

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



**Historie pěstování řepky ozimé a riziko výskytu
extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního
období na území ČR**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Petra Kapounová

Obor studia: AMVKS Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Dr. Vera Potop

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Historie pěstování řepky ozimé a riziko výskytu extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního období na území ČR" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Dr. Veře Potop za odborné vedení při zpracování diplomové práce, za cenné rady a ochotu při konzultacích.

Historie pěstování řepky ozimé a riziko výskytu extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního období na území ČR

Souhrn

Diplomová práce se zabývá vlivem extrémních meteorologických jevů na tvorbu výnosu řepky ozimé. Teoretická část práce popisuje adaptační strategie EU a ČR na změnu klimatu. Dále je zde uvedena analýza fenologických fází řepky a základní charakteristika vybraných odrůd. V práci jsou popsány jednotlivé extrémní meteorologické jevy, působící na růst a výnos řepky. Práce obsahuje základní informace o pěstitelské oblasti, v tomto případě se jedná o Středočeský kraj.

Praktická část je zaměřena na statistický rozbor meteorologických údajů za 55 let (1961-2015). V první řadě byl hodnocen časový vývoj vlhkých, suchých a normálních měsíců během vegetačního období. Poté byly porovnány databáze nejstarších výnosových řad zvláště pro Českou republiku a Středočeský kraj, kde se v obou případech shoduje rok 2003 jako rok s nejnižším výnosem a rok 2004 s nejvyšším výnosem. A v neposlední řadě byla zpracována závislost proměnlivosti výnosů na kumulaci vláhového deficitu v průběhu vegetačního období pomocí korelačního koeficientu. Negativně ovlivňuje výnos řepky odchylka teplot v květnu a červnu a množství srážek v říjnu a prosinci. Naopak pozitivně ovlivňuje výnos odchylka teplot v lednu a říjnu a množství srážek v lednu, dubnu a listopadu.

Klíčová slova: řepka olejná, extrémní meteorologický jev, sucho, nadměrné množství srážek, silné mrazy, absence sněhové pokrývky

History of winter oilseed rape production and the risk of extreme meteorological events during their growth cycle in the Czech Republic

Summary

The thesis was focused to the risk of extreme meteorological events during growth cycle of winter oilseed rape production in the Czech Republic. The theoretical part of this thesis is focusing on the adaptation strategy of the European Union and the Czech Republic regarding to the climate change. The analysis of phenological phases of an oilseed rape and the basic characteristics for chosen varieties have been investigated. Various types of extreme meteorological phenomenon which are affecting the growth and yield of an oilseed rape have also been studied.

The practical part of this thesis is focusing on the statistical analysis of both meteorological and crop yield series for the last fifty five years (1961-2015) in the Czech Republic (1961-2015). Firstly, the quantification of wet, dry and normal events and their temporal evolution during the growing season were done. Secondly, it was analyzed the temporal evolution of the oldest crop yield for the Czech Republic and the Central Bohemian region, where in both cases drought 2003 year was recorded the lowest yield and normal 2004 year was recorded the highest yield. Finally, the dependence of yield crop on cumulating of moisture deficit during the vegetation phase using the regression analyses has been investigated. The deviation in temperature anomalies in May and June, and the rainfall total in October and December have recorded a negative impact on the crop of rape seeds. On the other hand, the temperature deviation in January and October, and the amount of precipitation in January, April and November have recorded a positive effect on the growth of rape seeds.

Keywords: oilseed rape, extreme weather phenomenon, drought, excessive rainfall, severe frosts, lack of snow

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární přehled.....	3
3.1 Adaptační strategie EU a ČR na změnu klimatu	3
3.1.1 Pozemkové úpravy.....	3
3.1.2 Ochrana genetických zdrojů, výzkum a šlechtění	3
3.1.3 Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC)....	4
3.1.4 Zalesňování a zatravňování	4
3.1.5 Ekologické zemědělství	5
3.1.6 Snižování půdní eroze.....	5
3.1.7 Opatření proti zemědělskému suchu.....	5
3.1.8 Ochrana biodiverzity.....	6
3.1.9 Diverzifikace zemědělství.....	6
3.1.10 Monitoring, analýza rizik a systémy včasné výstrahy	6
3.1.11 Řešení dopadů extrémních meteorologických jevů	6
3.2 Analýza fenologických fází.....	7
3.2.1 Podzimní vegetace	7
3.2.2 Zimní vegetace.....	8
3.2.3 Jarní vegetace.....	9
3.3 Extrémní meteorologické jevy	10
3.3.1 Sucho	11
3.3.2 Mráz.....	13
3.3.3 Absence sněhové pokrývky	15
3.3.4 Nadměrné množství srážek.....	16
3.4 Základní charakteristika vybraných odrůd	17
3.5 Základní informace o pěstitelské oblasti.....	20
4 Metodika	22
5 Výsledky.....	24

5.1	Časový vývoj vlhkých, suchých a normálních měsíců během vegetačního období.....	24
5.1.1	Dlouhodobý průměr úhrnu srážek	24
5.1.2	Vývoj teplot	28
5.1.3	Přehled studených, teplých, suchých a vlhkých měsíců	35
5.2	Shromáždění dat a vytvoření databáze nejstarších výnosových řad.....	36
5.3	Závislost proměnlivosti výnosů na kumulaci vláhového deficitu v průběhu vegetačního období.....	40
6	Diskuze	42
7	Závěr.....	44
8	Zdroje	50

1 Úvod

Změny klimatu probíhají souvisle v dlouhodobých časových úsecích a známe je i z minulosti, ovšem některé výsledky sledování naznačují, že jejich rychlost se v současné době zvyšuje a jejich dopady na zemědělství budou spíše negativní než pozitivní (MZE, 2011). Jednou z příčin těchto změn, a především jejich důsledků, je činnost člověka. Jde především o aktivity člověka ve spojení s nárůstem emisí skleníkových plynů, které činí klimatický systém více zranitelný, než tomu bylo v minulosti. Klima se od vzniku naší planety neustále mění. V dnešní době však hovoříme spíše o klimatických změnách způsobených člověkem. Klimatické změny mají celou řadu příčin, které se musí vzít v potaz při zkoumání a hodnocení nynějších klimatických změn. Klimatické faktory působí společně, mohou se navzájem ovlivňovat i doplňovat. Nelze proto vymezit jen jeden faktor, který bychom považovali za klíčový pro vysvětlení současných klimatických změn.

Věda přináší nové technologie i pro zemědělství, ale přesto hlavně pěstování plodin je významně závislé na průběhu počasí, a to nejen během vegetačního období (Rožnovský, 2015). Podnebí je v našich zeměpisných šířkách nejdynamičtější složkou krajiny. Označujeme ho jako proměnlivé, především pro jeho typické extrémní projevy, které navíc v posledních letech narůstají. Lze uvést, že jen malý počet roků je tzv. normálních, tedy nemají výrazné extrémy hlavně v průběhu teplot vzduchu a výskytu srážek (Brázdil, Štěpánek, 2000). Pro zemědělskou produkci přináší změna klimatu četná rizika. I přesto, že současné zemědělství je technologicky výše, než v minulosti, jeho schopnosti pozitivně přispívat k ekosystémovým službám a zásobovat společnost potravinami jsou přímo závislé na klimatických podmínkách. Zemědělská produkce v České republice bude s vysokou pravděpodobností stále více ovlivňována častějším nedostatkem vody, extrémními výkyvy počasí, povodněmi nebo posuny vegetačního období (MZE 2014).

Úspěšné pěstování řepky s vysokými a málo proměnlivými výnosy a dobrou kvalitou je podmíněno řadou faktorů (Klabzuba a Kožnarová, 2007). Během celého pěstitelského roku je jedním ze stěžejních požadavků příznivé počasí. I přes extrémní sucha v době setí bylo minulou sezónu zaseto přes 380 tisíc hektarů řepky, která stále potvrzuje svou silnou pozici druhé nejpěstovanější plodiny v Česku. V následujících letech však budou pěstitelé a zemědělci čelit nelehkým podmínkám. V průběhu dalších let se očekávají tropické teploty a extrémní sucha, které sužovaly naše území v loňském roce.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zpracovat přehled a vyhodnotit závislost výnosu řepky ozimé na povětrnostních podmínkách ve vegetačním období.

3 Literární přehled

3.1 Adaptační strategie EU a ČR na změnu klimatu

Možným negativním dopadům změny klimatu lze předejít adaptačním opatřením. Jedná se o postupy, které mohou zcela eliminovat či zmírnit vlivy extrémního počasí. Adaptační opatření jsou však finančně velmi náročná. Proto je třeba před jejich zaváděním podrobně analyzovat jejich účinnost, přínosy, náklady, efektivitu i proveditelnost s ohledem jednak na schopnost klimatického systému, ale také krajiny a jejích složek se změně klimatu přizpůsobit (Pretel, 2011).

Adaptivní opatření v zemědělství má celou řadu zásahů, které můžou eliminovat a zmírnit negativní dopady, které s sebou měnící se klima přináší. Adaptace můžeme sledovat od změněných půdních vlastností (nejodolnější půdy jsou s černickým horizontem, tedy černoze a černice) přes úpravu osevních postupů a struktur plodin, dále se využívá šlechtitelských odrůd, které jsou odolné vůči nepříznivým klimatickým podmínkám. Neopomínáme ani ekonomická adaptační ošetření (dotace z EU) a dále informační adaptační opatření, ke kterým patří zvýšení informovanosti zájmových skupin.

3.1.1 Pozemkové úpravy

Podmínky pro účelné hospodaření vlastníků půdy jsou utvářeny celkovými pozemkovými úpravami, zabezpečuje se přístupnost pozemků a zlepšuje se jejich struktura a uspořádání. Nezbytnou součástí každé pozemkové úpravy je tzv. plán společných zařízení, který tvoří opatření ke zpřístupnění pozemků (především polní a lesní cesty), protierozní a vodohospodářská opatření (ke zlepšení vodního režimu v krajině a ochraně půdního fondu) a opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí a posílení ekologické stability území (územní systémy ekologické stability a další zeleň) (MZE, 2011). V rámci celého katastrálního území se zpravidla nejčastěji provádějí formou celkových pozemkových úprav. Naléhavé problémy v menším území lze vyřešit formou jednoduchých pozemkových úprav. Aby pozemkové úpravy přispívaly k přizpůsobení se změně klimatu a zmírnění jejich dopadů je potřeba je finančně a organizačně podporovat.

3.1.2 Ochrana genetických zdrojů, výzkum a šlechtění

Pro možnost šlechtění odrůd a plemen vhodných pro změněné klimatické podmínky je klíčová ochrana genetických zdrojů. Již malá změna klimatických podmínek u mnoha

vysokoprodukčních odrůd využívaných v intenzivní zemědělské výrobě, může vést k prudkému poklesu výnosů či užitkovosti. Šlechtění a další běžně využívané biotechnologické postupy v zemědělství vytváří předpoklady pro tvorbu odrůd rostlin a plemen zvířat s novými vlastnostmi, které jim mohou pomoci přizpůsobit se rychleji a efektivněji změněným životním podmínkám v důsledku změn klimatu a dalších složek životního prostředí (MŽP ČR, 2015). Výzkum by se měl zabývat přípravou systémů pěstování zemědělských plodin a výběru vhodných odrůd a plemen, která odolávají předpokládaným dopadům na změny klimatu (např. lépe snášející výkyvy teplot a sucho). Dále by se výzkum měl také zaměřit na revitalizaci starých odrůd a šlechtění nových, zaměřených na výnosy při dobré odolnosti proti škodlivým činitelům jako je sucho, vysoké teploty, půdní eroze apod. V budoucnu by současně měla být garantována nepřetržitá podpora uchování a udržitelného využívání genetických zdrojů.

3.1.3 Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC)

Standardy GAEC mají příznivý vliv z hlediska adaptace na změnu klimatu zejména na snížení rizika eroze půdy na zemědělských pozemcích a ochranu struktury půdy, dále ochranu krajinných prvků a trvalých travních porostů, zvyšování obsahu organické hmoty v půdě, částečně omezují šíření invazivních rostlinných druhů, podporou ustanovení vodního zákona na ochranu a správné využívání vodních zdrojů pro závlahy ze strany zemědělců, přispívají k prosazování opatření proti suchu. Ve zvyšování nároků na šetrnější hospodaření, potažmo udržitelné hospodaření mají GAEC jako opatření podporující adaptaci na změnu klimatu významný potenciál. Proto je nutné dodržování aplikovaných standardů GAEC dostatečně kontrolovat.

3.1.4 Zalesňování a zatravňování

Jako opatření proti větrné a částečně i vodní erozi působí změna orné půdy na lesní porosty, které také snižují ztráty půdní vláhy. Dřeviny lépe odolávají obdobím sucha než byliny, prostřednictvím mohutnějšího kořenového systému. Lesní porost přispívá k zadržení vody v krajině, zvlhčuje a ochlazuje mikroklima ve svém okolí. Pěstování rychlerostoucích dřevin na orné půdě působí obdobně. Opatření mají navíc i mitigační účinek, protože porosty dřevin a travin umožňují oproti orné půdě ukládat mnohem více uhlíku ve formě půdní organické hmoty a kromě toho v nekypřených půdách se omezují oxidační procesy vedoucí ke vzniku emisí oxidů dusíku a oxidu uhličitého (MZE, 2011). Lesní porosty a rychle rostoucí dřeviny umožňují nahradit fosilní zdroje energie, jelikož jsou zdrojem biomasy pro

energetické využití. Pro mnoho druhů živočichů a rostlin včetně druhů kriticky ohrožených vzniká na rozhraní lesa a zemědělské půdy vhodný biotop. Na nejzranitelnějších lokalitách nebo na zranitelných částech půdních bloků je potřeba zvýšit cílené zatravňování i zalesňování a zakládání prvků mimo lesní zeleně.

3.1.5 Ekologické zemědělství

Další rozvoj ekologického zemědělství je žádoucím trendem s ohledem k potenciálu lépe se přizpůsobit klimatické změně a zmírnit její dopady. K adaptaci zemědělství na změnu klimatu může ekologické zemědělství přispět zachováním tradičních plemen a odrůd, a také uchováním tradičních metod, znalostí a postupů boje proti škůdcům či metod, které omezují spotřebu vody a erozi půdy (vyšší tvary stromů v sadech, mulčování aj.). Za přínosné z hlediska adaptace zemědělství na měnící se klimatické podmínky lze rovněž považovat pravidla ekologického zemědělství, které vytvářejí předpoklady pro dosažení vyššího průměrného obsahu humusu a uhlíku v půdě, lepší péči o edafon apod. Navíc podporují zachování biodiverzity jak v oblasti kulturních organismů, tak organismů přímo či nepřímo vázaných na zemědělskou půdu, čímž snižují rychlost genetické eroze (MŽP ČR, 2011).

3.1.6 Snižování půdní eroze

K očekávanému zvýšení erozního tlaku se musí protierozní opatření stát běžnou součástí zemědělského hospodaření. Aby byla protierozní opatření dostatečně efektivní, bude nutné je podpořit v realizaci v odpovídající míře. Půdoochranné osevnické postupy, ochranné zpracování půdy, vytváření ochranných pásem a prvků či zatravňování a výsadba protierozních bariér vedou k omezení eroze zemědělské půdy.

3.1.7 Opatření proti zemědělskému suchu

Voda patří z globálního hlediska mezi nejdůležitější zdroje v zemědělství. Největší konzument vody je i v zemích EU zemědělství (Bláha a Vyvadilová, 2012). Ve velké části Evropy se začíná více vody v zemědělství spotřebovávat, nežli se obnoví z přirozených zdrojů (Bláha, 2011). V případě výskytu delších period zemědělského sucha umožňuje zachovat rostlinnou produkci výstavba nových a modernizace stávajících zavlažovacích systémů, která přispívá k efektivnímu využití závlahové vody. Provoz zavlažovacích systémů je ovšem závislý na zajištění povrchových vodních zdrojů s dostatečnou vydatností a kvalitou vody (MZE, 2011). Trvale podmáčené půdy mají velký význam pro zadržování vody v krajině, zejména pro svoji schopnost zadržet část srážkové vody a postupně ji uvolňovat.

Jednou ze základních podmínek adaptace zemědělství na sucho je udržování a zvyšování schopnosti půdy vázat vodu. Závlahové systémy by měly být úsporné a efektivní, neměly by poškozovat půdní strukturu a měly by pouze doplňovat vláhový deficit.

3.1.8 Ochrana biodiverzity

Odolnost na měnící se podmínky prostředí zvyšuje na všech úrovních diverzita. Větší potenciál přizpůsobit se změně klimatu mají druhově bohaté ekosystémy a geneticky různorodé populace. Sledování změn a včasné reagování na negativní vývoj za pomoci vhodných opatření je základem pro zachování biodiverzity. Jedná se především o uspořádání struktury krajiny a podporu vhodných systémů hospodaření, které zmírňují trend poklesu biodiverzity vázané na zemědělskou půdu.

3.1.9 Diverzifikace zemědělství

Diverzifikace zemědělských činností je jedním z klíčových adaptačních opatření vzhledem k předpokládaným dopadům změny klimatu. Systém, kde má zemědělský podnik více zdrojů příjmů (také jiné než ze zemědělské produkce) snižuje rizika plynoucí ze závislosti na samotné zemědělské výrobě potenciálně zvýšená o dopady změny klimatu (MŽP, 2015). Vhodně orientovaná produkce pro energetické účely podle principů udržitelnosti a bez negativního vlivu na životní prostředí nebo ceny potravin, může sehrát významnou roli v diverzifikaci.

3.1.10 Monitoring, analýza rizik a systémy včasné výstrahy

Je důležité rozvíjet systém včasné výstrahy před extrémními meteorologickými jevy za účelem snižování škod. Tento systém umožní zemědělcům za přijatelné náklady či zdarma dostávat informace ohledně existence, charakteru a době příchodu nepříznivého meteorologického jevu.

3.1.11 Řešení dopadů extrémních meteorologických jevů

Proti některým extrémním meteorologickým jevům jako je např. krupobití v sadech existují účinná technická opatření a v současné době probíhá jejich zavádění. Technická nebo biologická ochrana neexistuje nebo je velmi náročná proti některým extrémním meteorologickým jevům (krupobití, orkány, velkoplošné požáry, tornáda, přívalové deště). Je třeba tuto problematiku řešit komplexně, vzhledem k tomu, že častější výskyt těchto jevů snižuje ochotu pojišťoven poskytovat komerční zemědělské pojištění nebo zvyšuje jeho cenu.

Pojištění může být součástí komplexního managementu rizik a prevence vůči negativním dopadům změny klimatu, přičemž prioritou je realizace preventivních a adaptačních opatření. Řešením by mohlo být zpracování principů komplexního managementu rizik a pokračování v motivaci farmářů k využívání zemědělského pojištění a pojišťoven k jeho poskytování.

3.2 Analýza fenologických fází

Fenologickou fází se vždy míní diskrétní okamžik ve vývoji rostliny, který jednou nastane a poté pomine (Reitschläger a kol., 2014). Jednou z možností, jak zjistit a zaznamenat klimatické změny v jejich počátcích, jsou fenologická pozorování určitých druhů rostlin (Makowski und Röhl, 2013). Vhodným ukazatelem pro posouzení vlivu klimatických změn na rostlinnou výrobu je fenologie. (Karpenstein-Machan und Buttlar, 2012). Cílený výběr plodin na výkon a stabilitu za poslední půlstoletí sám o sobě vedl k zajímavé a velmi často nevědomé úpravě poměru jednotlivých fází růstu, příkladem může být např. pšenice, řepka atd. (Bláha, 2011). Doba kvetení a „doba zalévání zrna“ zůstala stejná, ale často se zkrátila doba jednotlivých růstových fází.

V podmínkách ČR trvá vegetační období řepky 300 až 340 dnů, v oblastech s nadmořskou výškou nad 600 m výjimečně i celý rok. Fáze vegetativní – růstová a fáze generativní – plodná probíhá během ontogeneze, která trvá 11 až 12 měsíců, přičemž se obě fáze mezi listopadem a březnem překrývají. Dochází k ukončení růstu biomasy již při 5 °C. Tato doba se nazývá kryptovegetace. Vegetační vrchol řepky vývojově pokročí o dvě etapy do generativní fáze v tomto zimním období. Vegetativní růst, jehož podstatná část je soustředěna na konec března až počátek května umožní realizaci výnosu. Vegetativní růst probíhá ve více fázích, zatímco generativní vývoj je poměrně souvislý a nejvíce změn se soustřeďuje na únor až květen (Klabzuba a Kožnarová, 2007).

3.2.1 Podzimní vegetace

V září a říjnu je nejintenzivnější růst. Do kořenového krčku a kořenů se soustřeďují zásobní látky. Do podzimní vegetativní fáze patří vzcházení, stav kdy nad povrch půdy pronikají děložní listy. Je nutné provádět kontrolu vzcházejícího porostu, jelikož rostliny jsou v této fázi velice citlivé na celou řadu škůdců a zplevelení.

V závěru podzimní vegetace, která podle jednotlivých ročníků končí v listopadu až první dekádě prosince, by optimální porost řepky měl mít 35 – 60 rostlin, sílu kořenového krčku 10 – 12 mm, počet listů na rostlině 10 -12, a měl by vytvářet přisedlou listovou růžici

(Baranyk a kol., 2005). Optimální rostliny, které však tvoří neproniknutelnou vrstvu, jsou silné s vyvinutými listy.

Na základě vývinu mohutného kulového kořene dochází k počátku dekortikace. Jde o fázi, která se sleduje u kořenových řep. Na zbytnujících kořenech se v důsledku růstu objevují na povrchu primární kůry trhliny. Fáze nastává, když jsou první, zatím málo zřetelné trhlinky vidět na povrchu horní části kořene, která vyčnívá ze země (Baranyk a kol., 2005).

Generativní fáze nastává od poloviny října. Aby se rostlina dostala do této fáze, potřebuje nejméně 60 – 70 dnů plné vegetace. Rostliny, které mají počet listů nižší, než čtyři v případě poklesu teploty vzduchu pod 5 °C jsou silně rizikové k vyzimování. V tomto období se délka rostlin i listů zmenšuje, obsah sušiny rostlin roste a snižuje se obsah dusíku v pletivech.



Obr. 1: Přisedlá listová růžice

Zdroj: http://www.zzskujavy.cz/sites/default/files/styles/temp/public/report2_6.jpg?itok=4OJwssd1

3.2.2 Zimní vegetace

Během zimního období nemá agronom obvykle moc možností aktivně ovlivňovat dění na poli. Počátek zimní vegetace lze charakterizovat dle průměrných denních teplot vzduchu, které klesnou pod +2 °C. Počátek obnovení vegetace nastává, pakliže průměrné teploty přesáhnou +5 °C. I přes nepříznivé teplotní podmínky probíhají adaptační procesy odolnosti proti nízkým teplotám, pokračuje růst kořenového systému a vyvíjí se vzrostný vrchol.

Holomrazy dosahující hodnoty pod $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ obvykle vedou ke zničení listů, holomrazy po více než 6 hodin při poklesu pod $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ničí i listová srdéčka (Klabzuba a Kožnarová, 2007). Naopak přerostlé a slabé rostliny ničí holomrazy pod $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro růst nadzemní biomasy je období zimy nevhodné. Nejvyšší výnosy jsou dosahovány po mírných a krátkých zimách (Vašák a kol., 1999). Během zimy se mění dosahovaná odolnost vůči mrazu, která je výrazně ovlivněna průběhem počasí. Důležitý je výskyt mírných mrazů. Odolnost řepky snižuje teplé počasí uprostřed zimy. V předjaří, kdy dochází k opakovanému mrznutí a tání se vertikálně zvedá povrchová vrstva půdy, čímž dochází k vytahování rostlin. Nejčastěji poškozovány jsou nedostatečně zakořeněné a slabé porosty. Po oblevě jsou obnažovány citlivé části rostlin, nebo se při větších pohybech rozmáčené půdy trhají i s kořeny. Hmyz a choroby neškodí, při normálním průběhu zimního počasí (Baranyk a Kazda, 2005).

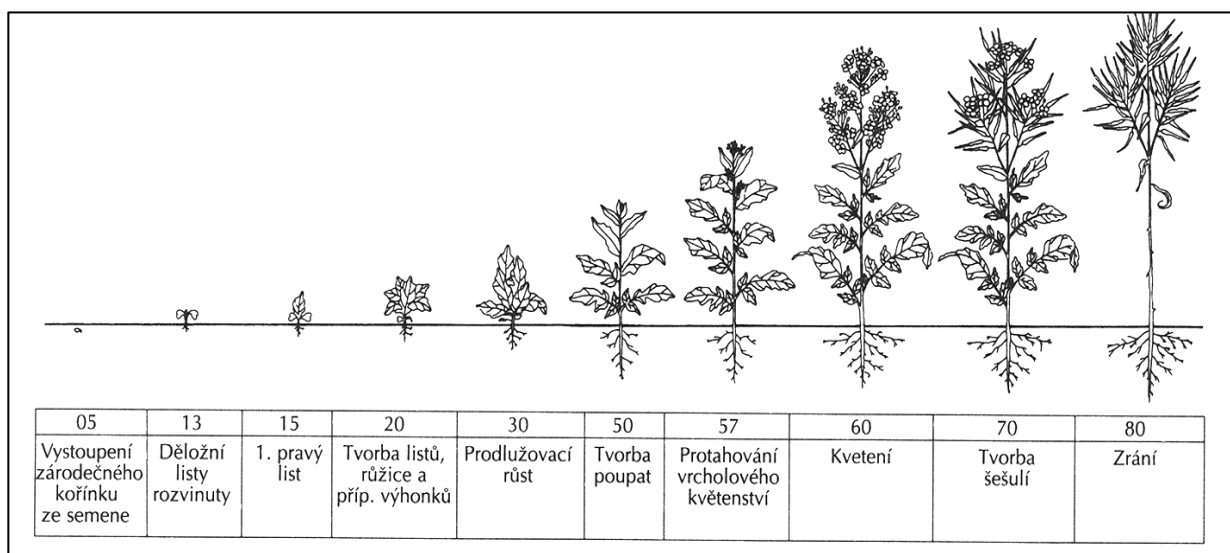
3.2.3 Jarní vegetace

Poté co je teplota půdy vyšší než $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, objevují se bílé kořínky a dochází k obnově tvorby kořenové soustavy. Koncem února až počátkem března se porost hnojí první dávkou dusíku, aby byla zajištěna dostatečná zásoba živin. Rostliny se opět zazelenají nejčastěji koncem března při teplotě vzduchu vyšší než $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, toto období trvá přibližně 70 – 80 dní.

Následně rostliny přecházejí rychle do fáze prodlužovacího růstu. Tato fáze je charakteristická rychlým nárůstem biomasy a velkou spotřebou živin (Baranyk a kol., 2005).

S nárůstem biomasy souvisí i zvýšená spotřeba živin, především dusíku, z toho důvodu může být nezbytné velmi časně jarní přihnojení (Spáčilová a kol. 2014).

Intenzivní dlouhivý růst nastupuje při délce rostliny asi 20 cm, po objevení pupat. Rostliny rychle obnovují listovou plochu počátkem tohoto období, porost rychle nabírá výšku a uprostřed listové růžice se objevuje květenství. Rostlina vytvoří asi 50 % své nadzemní hmoty a denně přirůstá asi o 5 – 8 cm. Během 2 – 3 týdnů optimální porost během období butonizace dorůstá výšky cca 1 m a začíná se větvit. Typicky žlutozelenou barvu má porost na konci tohoto období, kdy jsou již pupata vyvinutá. Fáze kvetení nastává v teplejších oblastech již koncem dubna. Během kvetení rostlina dosáhne 80 % konečné hmotnosti a ztratí všechny lodyžní listy. Po odkvětu se vytvoří šešule, které mírně zvyšují výnos biomasy.



Obr. 2: Růstové fáze řepky olejky

Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/prezentace/pp/foto/47_faze.gif

3.3 Extrémní meteorologické jevy

Zemědělství je ve všech svých segmentech přímo ovlivněno extrémními jevy a jejich účinky, zejména negativní účinky nelze minimalizovat nebo ignorovat (Potopová et al., 2015).

V souvislosti s možnou změnou klimatu se očekává nárůst četnosti extrémních projevů počasí, které mají z hlediska vlivu na biotické a abiotické složky krajiny výraznější vliv než často popisované změny průměrných hodnot klimatických veličin (Spáčilová a kol., 2014).

Na půdních a meteorologických či z dlouhodobého pohledu klimatických podmínkách dané lokality je závislé pěstování jakékoli polní plodiny. Extrémy počasí se většinou vyznačují časovou prostorovou nepředvídatelností, mimořádnou intenzitou a důsledky, které mohou v některých případech ve velmi krátké době zhatit např. očekávanou sklizeň, což se bezprostředně projeví v ekonomice prvovýrobců a následně i ve zpracovatelském průmyslu (Trnka a kol., 2009).

V současných klimatických podmínkách se vyskytují zřídka agrometeorologické situace, které vedou k negativním dopadům na rostlinnou produkci. Meteorologické extrémy se vyskytují důsledkem složitých fyzikálních, ale i chemických procesů, které se odehrávají v atmosféře. Očekává se nárůst frekvence a intenzity některých z těchto extrémních situací, na základě prognóz vývoje klimatu. Mezi takové extrémní situace řadíme výskyt epizod sucha, výskyt nízkých teplot (např. holomrazy, jarní a podzimní mrazíky, nízké teploty bez sněhové pokrývky), neobvykle vysoké denní a noční teploty vzduchu, dopady vysokých rychlostí větru (např. polehání porostů následkem vichřice), nadměrná vlhkost nebo zaplavení

pozemků, které znemožní přístup na pozemky a polní práce či způsobují úhyn rostlin (Trnka a kol. 2015).

Tyto extrémní vlivy vedou k častějšímu výpadku výnosů. I malé, relativně omezené výkyvy klimatu mohou odstartovat proces větší proměnlivosti výnosů (Spáčilová a kol. 2014). Extrémní situace nemusí působit jednotlivě v rámci dané sezóny, ale může docházet k případům, kdy v rámci jedné sezóny nastanou dvě či více takové situace.

3.3.1 Sucho

Sucho působí negativně na životní prostředí a snižuje stav ekosystému a jeho odolnost (Bachmair a kol. 2016).

Nedostatek vody představuje jeden z nejzávažnějších faktorů limitujících produktivitu rostlin na celé Zemi (Brázdil a kol., 2015). Projevy sucha se obvykle postupně akumulují a zpravidla nenápadně během relativně dlouhého období (týdny až měsíce). Jeho dopady však mohou přetrvávat velmi dlouho po skončení epizody např. v podobě snížené hladiny podzemní vody (Trnka a kol. 2009).

Při nedostatku vláhy porosty řepky vzcházejí nerovnoměrně, rostliny jsou slabé, případně vůbec nevzejdou. Za sucha také dochází k největšímu poškození teplomilnými škůdci, jako jsou např. dřepčící, pilatky nebo osenice (Baranyk a kol., 2005).

Nedostatek sucha ovlivňuje také negativně kvalitu a obsah oleje v semenech řepky, dochází především ke snížení koncentrace oleje (Champolivier and Merrien, 1996).

Poškození suchem se projevuje zpomalením růstu a vývinu rostlin a negativním dopadem na výnos. U většiny plodin je dostatek vody nezbytný při vzcházení, prodlužovacím růstu, kvetení a v první fázi tvorby semen. S adaptabilitou k suchu hraje významnou roli délka a hloubka kořenového systému, transport vody v rostlině a regulace ztráty vody z rostlin. V roce 2006 – 2007 u nás došlo k silnému poškození porostů řepky suchem. Možným a rychlým řešením je například hledání genotypů s vysokou energií klíčení a rychlejším vývojem kořenové soustavy i mezi starými nebo krajovými odrůdami řepky (Prášil a kol., 2015).

Řepka je na vodu poměrně náročná plodina. Pro vodu má však řepka dobrou osvojovací schopnost jelikož ji dokáže čerpat i z větších hloubek půdního profilu. To je možné ale pouze v případě, kdy se vhodnou agrotechnikou na podzim maximálně podpoří růst kořene – jak hloubku, tak jeho větvení (Čech, 2008).

Nadzemní části rostlin jsou poškozovány zimním suchem, které způsobuje dehydrataci pletiv. Následkem porušené vodní bilance je zaschnutí a odumření celých rostlin. Kořeny

téměř nepřijímají vodu při poklesu teplot pod 0 °C a zmrznutím půdy se tento proces ještě sníží (Sypták, 2008).

V případě sucha se období vzcházení rostlin řepky neúměrně prodlužuje, a i když poté následuje ještě teplý říjen i listopad, není již splněna podmínka růstu za dlouhého dne v září a vývoj rostliny není dostatečný (Čech, 2008). Porosty poškozené suchem již při vzcházení a v následujícím období, jsou slabé a nejsou pak schopny přežít i mnohdy mírnou zimu (Baranyk a kol., 2005).

Zda se jednotlivé epizody zemědělského sucha projeví např. poklesem výnosů zemědělských plodin, je kromě intenzity a délky sucha ovlivněno obdobím, v kterém se vyskytuje např. v období zvýšených nároků na spotřebu vody nebo v klíčových fenologických fázích. Zemědělské sucho je také ovlivněno přijetím opatření, které směřuje ke zmírnění následků sucha jako je např. zvýšení průtoků z vodních rezervoárů, využití závlah apod. (Trnka a kol., 2009).

Opatřením proti suchu při pěstování řepky:

- hluboké zpracování půdy před setím, orba nebo kvalitně provedené kypření, které je spojené s odvozem či rovnoměrným promísením nakrátko nařezané slámy, zabránění tvorby zhutněných vrstev, které brání růstu kořenů do hloubky,
- časné termíny setí 8. – 18. 8. Prodlouží vegetační dobu na podzim a podpoří včasné vzejití,
- nižší výsevky, podle aktuálního stavu půdy. Na negativním vývoji kořenového systému se podepisuje hustší porost, kdy si jednotlivé rostliny vzájemně konkurují,
- včasná aplikace regulátorů růstu v případě v kombinaci s některými stimulanty ovlivňujícími kořenový systém.

Pro osev je vhodné využívat suchovzdorné, spíše pozdní liniové odrůdy a hybridy, které jsou schopny lépe využívat srážek koncem května a během června a jsou obecně více odolné vůči stresu a suchu (Čech, 2008).

V současné době je odolnost proti suchu (pšenice ozimá, řepka ozimá) základem šlechtitelských programů, zvláště pro druhy určené do nižších středních poloh. I přesto budou dopady sucha na plodiny stále častěji příčinou vysoké variability výnosů a regionálních výnosových propadů (Brázdil a kol., 2015). Důležitá je správná volba meziplodin, aby nedocházelo k prohloubení vodního deficitu pro následující plodinu (Hlavinka a kol., 2005).

3.3.2 Mráz

Údělem všech ozimů je, že musí přečkat zimu během svého vývoje. V různých letech se liší rizika, která zima přináší. Během přezimování řepky nastává období, kdy jsou růstové a vývojové procesy rostlin silně potlačeny. Poškození či usmrcení rostlin mohou způsobit faktory zimy, kterým jsou porosty v té době vystaveny, jako je např. mráz, zaplavení, ledová vrstva nebo dlouhotrvající sněhová pokrývka. V přezimování řepky ze všech zimních stresů hraje dominantní roli mráz (Kulovaná, 2002).

Poškození rostlin mrazem a zimou je u nás obvykle spojeno s působením holomrazů či naopak dlouhotrvající sněhovou pokrývkou, kdy dochází k vyčerpání rostlin a jejich napadení patogeny. Na poškození patogeny jsou náchylnější husté a přerostlé rostliny. V případě teplého podzimu, nejsou porosty řepky schopné se otužit a tak i mírnější mrazíky mohou způsobit rozsáhlé škody (Prášil a kol., 2015).

K významným činitelům ovlivňující stav ozimů v našich podmínkách patří odolnost rostlin proti mrazu. Odolnost vůči mrazu je však během zimy výrazně ovlivňována průběhem počasí a mění se. (Baranyk a kol., 2015). Mrazuvzdorností řepky nazýváme schopnost rostliny překonat působení mrazů bez škodlivého poškození.



Obr. 3: Porost řepky poškozený mrazem

Zdroj: http://www.agromanual.cz/userfiles/image/clanky/ruzek_3_2012_vyziva_na_jare/foto_pole.jpg

Fáze průběhu mrazuvzdornosti:

- podzimní otužování, stav kdy stoupá odolnost rostlin vůči mrazu zejména v důsledku zkracování délky dne a snižující se okolní teploty,
- stabilita odolnosti, ve které může mrazuvzdornost řepky kolísat v závislosti na vnitřních a vnějších faktorech,
- ztráta odolnosti, kdy dochází k rychlému poklesu mrazuvzdornosti v důsledku obnovené vegetace v předjaří.

V důsledku mnoha vnějších i vnitřních faktorů může být konkrétní průběh mrazuvzdornosti řepky každou zimu odlišný a také se může lišit délka jednotlivých fází. Největší vliv na mrazuvzdornost řepky má průběh a intenzita poklesu teplot vzduchu a půdy, vlhkost půdy, výška i doba působení sněhu a intenzita slunečního záření (Kulovaná, 2002).

Citlivost k vymrznutí je u rostlin nedostatečně vyvinutých, později setých, také u přehoustlých porostů s nadměrným přísunem dusíku a u rostlin silně vytažených v hypokotylu. Na přezimování působí příznivě optimální setí, nepřehoustlé porosty s vyváženou výživou a regulované fungicidy (Bittner, 2006).

Mráz může poškodit řepku také na jaře za vegetace v období intenzivního růstu. Poškození rostlin jarními a podzimními mrazíky je spojeno s krátkodobým působením přízemních mrazů jen několik stupňů pod nulou. V důsledku rychlého oteplení dochází k časnému nástupu jarní regenerace ozimů, což sice urychlí vývoj rostlin na poli, ale sníží se tím jejich citlivost vůči jarním mrazíkům (Prášil, 2015).

V období prodlužovacího růstu je řepka velmi citlivá na poškození mrazem, na listech se škody projevují bělavou až šedivou plošnou nekronizací. Při mírných mrazech dochází na stonku k praskání, v případě silnějších mrazů, dochází až k velkým hlubokým prasklinám, které se již nemohou zacelit a oslabují pevnost stonku a jsou otevřenou vstupní branou pro patogenní organismy. Kvetoucí porosty řepky mohou také poškodit pozdní mrazy, část šešulí bývá sterilní nebo přímo odpadává. (Bittner, 2006).

Předjarnímu střídání teplot nejlépe odolávají rostliny silné s dostatečně vyvinutým kořenovým systémem a neprodlouženým vegetačním vrcholem. Optimálním cílovým stavem jsou porosty, které nemají poškozené kořeny, kořenové krčky a mají pouze mírně omrzlé listy. Tyto porosty jsou schopné rychlé regenerace při nástupu jara.



Obr. 4: Důsledkem pozdních mrazů prasklý a rozevřený stoněk

Zdroj: Řepka olejka v českém zemědělství, 2005

3.3.3 Absence sněhové pokrývky

Silný mráz bez sněhové pokrývky tzv. holomráz může rostliny řepky zcela zničit. Většina porostů řepky snáší holomrazy v zimním období kolem $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. V tomto stavu jsou poškozovány listy, ale kořeny a vegetační vrchol zůstává nepoškozen a není tak výrazně ovlivněno přežití rostlin. Problém nastává v případě, je-li řepka vystavena delší dobu než 6 hodin teplotám pohybujícím se okolo $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Slabé či přerostlé porosty poškozuje holomráz již při teplotách $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Baranyk, 2005). S blížícím jarem klesá mrazuvzdornost rostlin.

3.3.4 Nadměrné množství srážek

Řepka je na vodu poměrně náročná plodina, pro výnos 3,5 t/ha potřebuje přibližně 300 - 350 l/m². Dokáže vodu čerpat i z větších hloubek půdního profilu a má pro vodu dobrou osvojovací schopnost (Čech, 2008).

I přesto, že se řepka vyznačuje mimořádnou plasticitou, nesnese půdy déle než týden na jaře či na podzim zamokřené (Klabzuba a Kožnarová, 2007). Dlouhotrvající intenzivní srážky souvisí s nemožností zasakování vody do půdy. Energetická rovnováha rostliny je nepříznivě ovlivněna. Projevuje se ztrátou turgoru, žloutnutím rostlin, odumření části kořenů a následně odumřením celé rostliny (Sypták, 2008).

Nadbytek srážek může řepku ozimou ohrozit zejména při předseťové přípravě půdy, při setí a vzházení hlavně v počátcích vegetace (srpen, září), ale také v jarním období na počátku po zimě obnovené vegetace (Baranyk a kol., 2005).

V souvislosti s intenzivními srážkovými úhrny, se v podmínkách České republiky vyskytují zejména říční povodně, které zasahují většinou rozsáhlé oblasti v důsledku vysokých průtoků na vodních tocích, anebo bleskové povodně, které vznikají kombinací prudké akumulace srážek v krátkém časovém období a následného masivního plošného odtoku vody, zejména z horských oblastí. Lokální a regionální charakteristiky území hrají také významnou roli. S měnícím se klimatem v oblasti České republiky se očekává zvýšený počet extrémní srážek a nárůst povodňového rizika především lokálního charakteru. Ze současných prognóz se předpokládá zvýšený nárůst pětidenních srážkových úhrnů v zimních měsících ve druhé polovině 21. století. V letních měsících se také očekává zvýšení výskytu srážkových extrémů. Mění se klima ale také změny ve využívání půdy budou v budoucnu hrát významnou roli v nárůstu povodňových rizik. V minulosti hráli klíčovou roli při zvládnání hydrologických extrémů strategie protipovodňové ochrany, které byly založeny na přesných předpovědích a rozsáhlé technické infrastruktuře. V posledních letech se v protipovodňové ochraně více prosazují nové trendy, tzv. ekosystémové přístupy, které představují nákladově efektivní a k životnímu prostředí šetrná adaptační řešení, která reagují na měnící se klima. Vytvoření tzv. „Zelené infrastruktury“ je jedním z cílů Evropské vodní politiky. Adaptační opatření k přirozenému zadržení vod v povodí prostřednictvím obnovy ekosystémů a jejich služeb jsou klíčovými prvky „Zelené infrastruktury“. Prostřednictvím regulačních služeb ekosystémů tato opatření zvyšují odolnost společnosti k povodním a současně přinášejí řadu dalších přínosů, které může společnost využívat – např. regulace klimatu, čištění vody, regulace kvality vzduchu, estetické, rekreační a kulturní hodnoty. Mezi řešení patří

ekosystémové založená opatření v povodních např. revitalizace břehových porostů a vodních toků, tůň a mokřadů, tvorba přirozených průtokových režimů ve vodních tocích, zalesňování, změny krajinného pokryvu, změny využívání půdy atd. (MZE, 2014).



Obr. 5: Zasetá řepka uhnívající pod vrstvou vody

Zdroj: <http://img.ct24.cz/cache/616x411/article/46/4555/455415.jpg?1365491731>

3.4 Základní charakteristika vybraných odrůd

Řepka je pěstována a využívána lidstvem již po tisíce let (Gustone, 2004). Brukev řepka olejka (*Brassica Napus L.*) patří mezi dvouděložné rostliny čeledi brukvovitých. Řepka utváří mohutný kůlový kořen s velkým množstvím postranních kořenů. Nadzemní část ozimé řepky se objevuje ve dvou podobách: v podzimní fázi listové růžice (fáze vegetativní) a v jarní fázi prodlužovací nebo rychlého růstu (fáze generativní). Lodyha má výšku 120 – 220 cm. Řepka kvete typicky jasně žlutou barvou a kvetení porostu trvá zpravidla 20 – 25 dnů a většinou probíhá v květnu. V našich podmínkách má ozimá řepka vegetační dobu 300 až 340 dnů, nejčastěji 320 až 330 dnů, v nadmořských výškách nad 600 m výjimečně i celý rok. Nejlépe se řepce daří na stanovištích s ročním průměrem teplot kolem 8 °C a ročním úhrnem srážek 500 – 750 mm. Nejvíce těmto podmínkám odpovídá bramborářský a řepařský výrobní typ.

Pěstování řepky v České republice má dlouholetou tradici. Řepka je po obilninách a kukuřici třetí nejdůležitější plodinou a nejvýznamnější olejninou

(Masarovičová a kol., 2014). K dalšímu rozvoji pěstování této plodiny došlo po roce 1990, vzrostla osévaná plocha a výnosy se stabilizovaly. Osevní plochy řepky dosahují v posledních letech cca 300 tisíc hektarů. K rozvoji využití řepky pro nepotravinářské účely došlo v druhé polovině devadesátých let.

Řepka ozimá se během posledních let zařadila mezi nejatraktivnější plodiny našeho zemědělství (Baranyk, 2002). Mnohostrannost využití řepky je její velkou předností. Uplatňuje se jako zelené hnojení, meziplodina a krmná plodina. Řepka obohacuje půdu o velké množství organické hmoty, přispívá k zachování úrodnosti půdy, zlepšuje bilanci humusu a přispívá ke zlepšení vodní kapacity půdy. Je významnou součástí krmných směsí pro hospodářská zvířata (extrahované šroty, případně pokrutiny či semena). Dále se využívá jako energetická plodina při výrobě bionafty. Svůj význam má řepka i v potravinářství jako surovina pro lidskou výživu v podobě řepkového oleje. Řepkový olej velmi dobře snáší vyšší teploty a tím se stává vysoce kvalitním olejem určeným zejména pro tepelné zpracování pokrmů a díky vyšší oxidační stabilitě má delší trvanlivost. Řepkový olej také obsahuje méně nasycených mastných kyselin, které jsou pro organismus nežádoucí, protože negativně ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi (Baranyk a kol., 2005).

Nebývalý rozmach pěstování řepky v České republice během uplynulých let souvisí s úplným přechodem na kvalitativně nové odrůdy bez kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů (Baranyk a kol., 2015).



Obr. 6: Porost řepky

Zdroj: vlastní

DK Explicit je středně raný pylově plodný hybrid s minimálním obsahem kyseliny erukové a nízkým obsahem glukosinolátů. Rostliny jsou odolné proti polehání před sklizní a jsou středně vysokého až vysokého vzrůstu. Výnos semene a oleje je velmi vysoký. Hmotnost tisíce semen je velmi nízká. Obsah oleje v semeni je vysoký. Vhodný do všech oblastí.

DK Exquisite je středně raná hybridní odrůda. Rostliny jsou vysoké a středně odolné proti polehání. Hmotnost tisíce semen je středně vysoká až vysoká. Obsah oleje v semeni je středně vysoký. Mezi přednosti této odrůdy patří vysoký výnos semene v chladné oblasti pěstování.

Sherpa patří k historicky nejpěstovanějším hybridům v ČR, především díky vyrovnanosti jednotlivých vlastností. Snáší nejvyšší zatížení např. pozdní setí, sedí do mulče, hnojení statkovými hnojivy, poškození mrazem, suchem a zamokřením. Má nízký obsah oleje v semeni.

Rohan je nejranější registrovaný hybrid v ČR. Ve všech hospodářských vlastnostech je velmi vyvážený. Jedná se o nosný hybrid na plochách v ČR. Vyznačuje se velmi vysokým výnosem semen a oleje. Jedná se o nízký až středně vysoký kompaktní porost s vysokou odolností polehání. Má rychlý počáteční vývoj a rychle se na jaře regeneruje. Je velmi vysoce zimuvzdorný.

Marathon zaujme kombinací vysokého výnosu semen a kratšího typu rostlin (138 – 142 cm). Tato odrůda významně zvyšuje rentabilitu pěstování řepky ozimé. K rychlejšímu znovunapřímení rostlin při přejezdu techniky vede vysoká odolnost polehání a kratší vzrůst. Dochází tak i k nižší tvorbě vedlejších květů v kolejových řádcích.

Inspiration je polopozdní hybrid, který výborně reaguje na intenzifikační opatření v podobě výrazného prodloužení šesulového patra. Vyznačuje se vysokou zimovzdorností, dobrým zdravotním stavem, dobrou odolností proti polehání a výnosem i v rozdílných půdně klimatických podmínkách.

DK Exstorm je adaptabilní a plastický hybrid. Jak při základní agrotechnice tak na méně kvalitním stanovišti dosahuje špičkových výnosů. Na stanovištích překonává výborně stresové podmínky.

PX104 je polotrpasličí středně raný hybrid nízkého vzrůstu. Má výrazné větvení, které vytváří mohutné šesulové patro, které je kompaktnější a níže posazené. Významný je jeho nadprůměrný obsah oleje. Má nižší nároky na regulaci růstu a je vysoce odolný vůči polehání. Při ošetřování porostu a při sklizni je významným přínosem nízký vzrůst a menší množství biomasy.

Rescator liniová raná odrůda z domácího šlechtění, v ČR registrovaná v roce 2013. Prokázala mimořádně vysoký výkon během testování, kde porazila i nejvýkonnější hybridy. Napříč ročníky a oblastmi dosahuje vysokých výnosů. Velmi nízký kompaktní vzrůst (139 cm) je významným přínosem spolu s nadprůměrnou nepolehavostí, výtečným zdravotním stavem a prověřenou vysokou zimovzdorností. Řadí se mezi nejvýkonnější odrůdy na trhu díky vysokému obsahu oleje.

Artoga je houževnatý středně raný hybrid určený do všech úrovní agrotechniky a s vysokým výnosem. V registračních zkouškách v České republice, na Slovensku, v Polsku a v Rakousku je díky výnosu a stabilitě kontrolní odrůdou. Odrůda má střední až vyšší vzrůst s nízkou tendencí k polehání. Vyniká dobrou schopností přezimování a dynamickým vývojem na podzim. Je odolný vůči pukání šesulí a má vysokou odolnost k vymrzání. Je vhodný do intenzivních podmínek pěstování i pro pozdní výsevy.

3.5 Základní informace o pěstitelské oblasti

Středočeský kraj, který leží uprostřed Čech, patří mezi největší kraje v Česku především velikostí, počtem obcí i obyvatel. Z rovinatého severu přechází krajinný reliéf v blízkosti toku Labe ve vrchovinnou jižní a jihozápadní část kraje. Nejnižším bodem je hladina Labe v okrese Mělník a nejvyšším bodem na tomto území je Brdský vrchol Tok. Středočeský kraj vyniká svojí vyvážeností ve vztahu k nadmořské výšce ve srovnání s ostatními kraji. Podnebí středních Čech je značně závislé na nadmořské výšce a utváření terénu.

Kraj však patří do mírně teplé podnební oblasti. V oblasti nízkých nadmořských výšek, např. Povltaví je nejtepleji, nejchladněji je naopak v oblasti Brd. V celoročním průměru kraje zaznamenal nevyšší srážky Ondřejov, nejnižší Velké Přítočno.

Jedním z nejdůležitějších odvětví středních Čech je zemědělství. Zemědělské půdy je ve Středočeském kraji přibližně 670 000 ha, z toho orná půda představuje 556 000 ha. Z celé

rozlohy Středočeského kraje zaujímá zemědělská půda přibližně 61 % (Krajský Úřad středočeského kraje, 2016).

Území, kraj	Plocha v hektarech	Výnos v t/ha	Sklizeň v tunách
Česká republika	366 180	3,43	1 256 212
Hl. m. Praha	2 020	3,62	7 310
Středočeský	82 423	3,48	287 225
Jihočeský	40 143	3,37	135 153
Plzeňský	32 053	3,36	107 599
Karlovarský	6 029	3,37	20 331
Ústecký	22 541	3,54	79 897
Liberecký	5 630	3,40	19 132
Královéhradecký	24 614	3,53	86 971
Pardubický	24 775	3,46	85 688
Vysočina	37 550	3,37	126 371
Jihomoravský	35 273	3,29	116 032
Olomoucký	23 147	3,53	81 641
Zlínský	12 608	3,50	44 115
Moravskoslezský	17 373	3,38	58 747

Tabulka 1: Sklizeň řepky v roce 2015 podle krajů

Zdroj: ČSÚ

Dle ČSÚ bylo k 22. 8. 2016 sklizeno 85 852 ha řepky na území Prahy a Středočeského kraje, přičemž sklizeno bylo 303 224 t a průměrný výnos činil 3,54 t/ha. V marketingovém roce 2003/04 klesly plochy řepky olejné pod 300 tis. ha a v následujícím čtyřletém období se řepka pěstovala v ČR na 251 tis. až 292 tis. ha. Od marketingového roku 2007/08 pěstitelské plochy opět překračují 300 tis. ha a produkce řepkového semene 1 mil. t. Sklizené řepkové semeno nachází uplatnění na domácích i zahraničních trzích. Zvýšení osevních ploch a produkci řepkového semene ovlivnila směrnice o zavedení povinného přimíchávání biosložek do pohonných hmot. Pro domácí trh a vývoz je ročně k výrobě metylesteru řepkového semene v České republice spotřebováno přibližně 550 tis. t řepkového semene.

4 Metodika

První část této práce byla věnována shromáždění odborné literatury, specializovaných časopisů, potřebných informací a jejich studiu. Ty sloužily pro teoretickou přípravu a také k sepsání literární rešerše. V neposlední řadě byly také použity zákony, vyhlášky a směrnice, týkající se dané problematiky.

V druhé části diplomové práce byl řešen časový vývoj vlhkých, suchých a normálních měsíců během vegetačního období řepky. K dispozici byla poskytnuta data týkající se srážek v mm a procentech, průměrné teploty a odchylky teplot za období 1961-2015. Pro analýzu těchto dat byl použit program Microsoft Excel 2010. Pro hodnocení dlouhodobého úhrnu srážek v mm byl použit pro jednotlivé měsíce sloupcový graf s vyznačenými normami. Hodnoty, které přesahují tuto normu, jsou označovány za suché či vlhké měsíce.

Pro hodnocení úhrnu srážek za teplý a studený půlrok byla použita regrese. Pojmem regrese se rozumí zjišťování formy vztahu mezi jevy a průběhu této závislosti. V této práci jsou ke sledování závislosti množství srážek na jednotlivých letech použity regresní funkce s lineárním průběhem. Vyberou se roky a množství srážek, klikne se na záložku vložení, sloupcový graf a vytvoří se graf, kde na svislé ose je množství srážek, a na vodorovné ose jsou roky. Je třeba uvést název grafu a popsat jednotlivé osy. V grafu se vyberou sloupce, klikne se pravým tlačítkem myši, vybere se přidat spojnicí trendu a lineární regrese. Vždy se zaškrtně zobrazit rovnici regrese a zobrazit hodnotu spolehlivosti R^2 a OK.

Pro vývoj teplot byl použit v případě průměrných teplot jednoduchý spojnicový graf a pro odchylky teplot opět sloupcový graf s vyznačenými normami.

Suché a vlhké měsíce zachycuje paprskový graf. Údaje o těchto měsících vycházely z úhrnu srážek v % v období 1961-2015. Paprskový graf byl také použit u analýzy studených a teplých měsíců, jejichž hodnoty byly použity ze souboru odchylky teplot.

Dále práce obsahuje nejstarší výnosové řady řepky. Výnosové řady byly zpracovány na základě odchylek výnosů. K dispozici byla poskytnuta zvlášť data průměrných výnosů celé České republiky a Středočeského kraje od roku 1961 do roku 2015. K vytvoření výnosových řad byl použit taktéž program Microsoft Excel 2010. Odchylky výnosů řepky za celou ČR a Středočeský kraj byly zpracovány následovně: byl zjištěn průměr dohromady, za po sobě jdoucích pět let, následně byl tento pětiletý průměr odečten od jednotlivých let v této pentádě. Tímto způsobem byly zjištěny hodnoty odchylek za celou ČR a Středočeský kraj. Tyto hodnoty poté byly použity do sloupcového grafu pro lepší přehlednost. Záporné hodnoty představují ztrátu výnosu a kladné hodnoty poukazují na zvýšení výnosu od trendu. Z těchto

hodnot byly poté zpracovány roky s minimálním výnosem, roky s normálním výnosem a roky s maximálním výnosem. Pentády byly použity proto, že údaje za celých 55 let by nebyly přesné a objektivní z důvodu stále se rozvíjející agrotechniky, lepšího zpracování půdy apod.

Další částí výsledků byla závislost proměnlivosti výnosů na kumulaci vláhového deficitu v průběhu vegetačního období pomocí korelace. Korelace znamená vzájemný vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se korelativně i druhá a naopak. V tomto případě se jedná o vliv teploty na výnos a vliv množství srážek na výnos řepky ve středočeském kraji. Pokud se ukáže korelace mezi dvěma procesy, je pravděpodobná vzájemná závislost. Míru korelace vyjadřuje korelační koeficient (r), který může nabývat hodnot od -1 až do $+1$. Čím blíže je korelace k 0 , tím je menší vliv teploty či srážek na výnosy, čím blíže k 1 tím je vliv vyšší. Pro lepší přehlednost byl koeficient korelace převeden na % a zaokrouhlen na dvě desetinná místa. Vliv teplot i srážek je zpracován za jednotlivé měsíce v průběhu let 1961-2015.

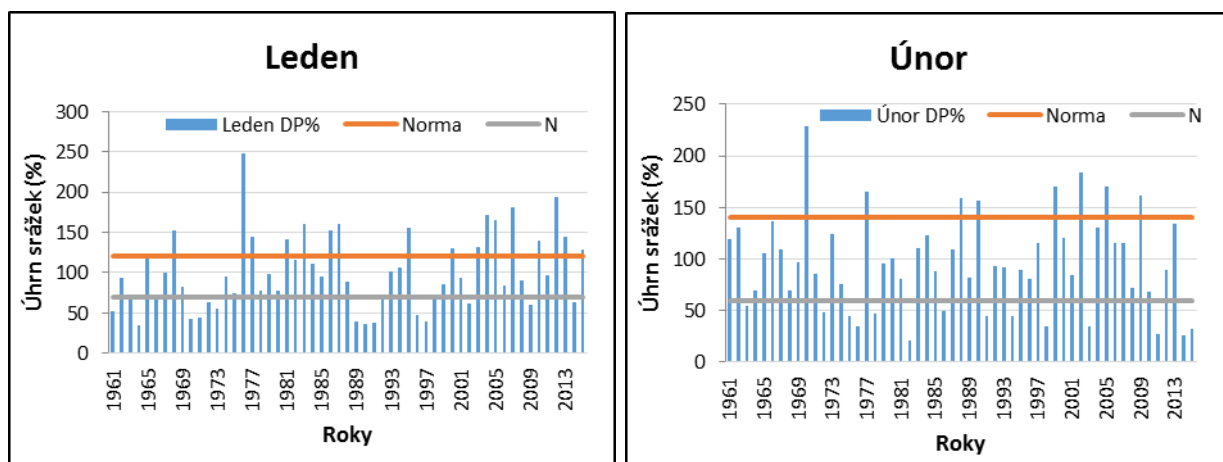
5 Výsledky

5.1 Časový vývoj vlhkých, suchých a normálních měsíců během vegetačního období

5.1.1 Dlouhodobý průměr úhrnu srážek

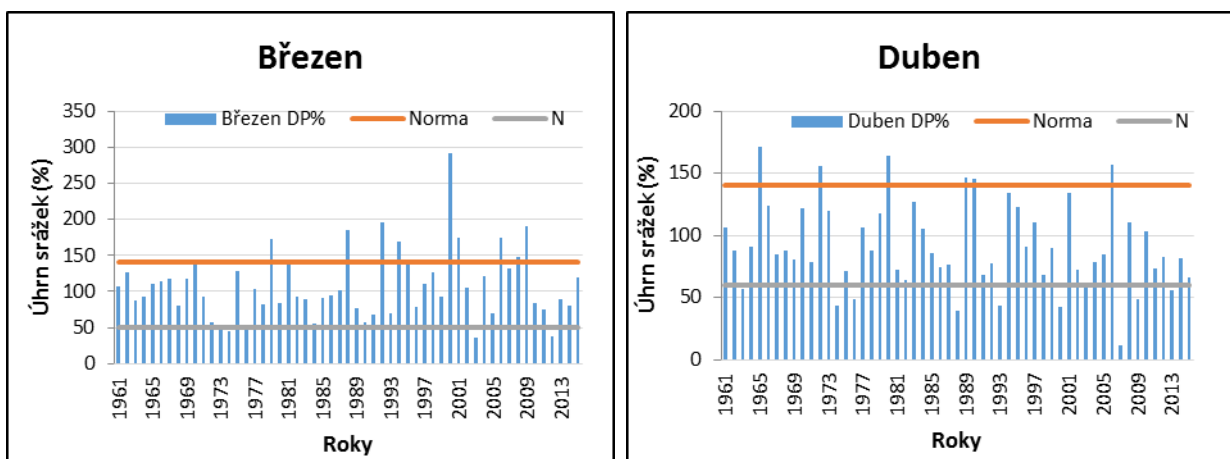
K hodnocení normality jednotlivých měsíců byly použity sloupcové grafy. Součástí grafů jsou vyznačené nejnižší a nejvyšší možné hodnoty, které určují normální průměr úhrnu srážek. Sloupce, které se nenachází v těchto normách, jsou označovány za suché či vlhké měsíce.

Rizikové je periodické vysychání půdy, při vzcházení řepky, které vede k zasychání kořínků a úhynu rostlin. Naopak silné srážky způsobují nedostatek kyslíku a zvyšují zaplevelení. Vitalitu klíčících rostlin, ovlivňuje přímo nedostatek kyslíku. Vitalita je výrazně snížena především při minimálním zpracování půdy. Sušší počasí je výhodnější po vytvoření čtyř pravých listů. Zabraňuje přerůstání rostlin a přispívá k tvorbě mohutných kořenů a listové růžice s více než 8 – 10 listy (Bečka a kol., 2007).



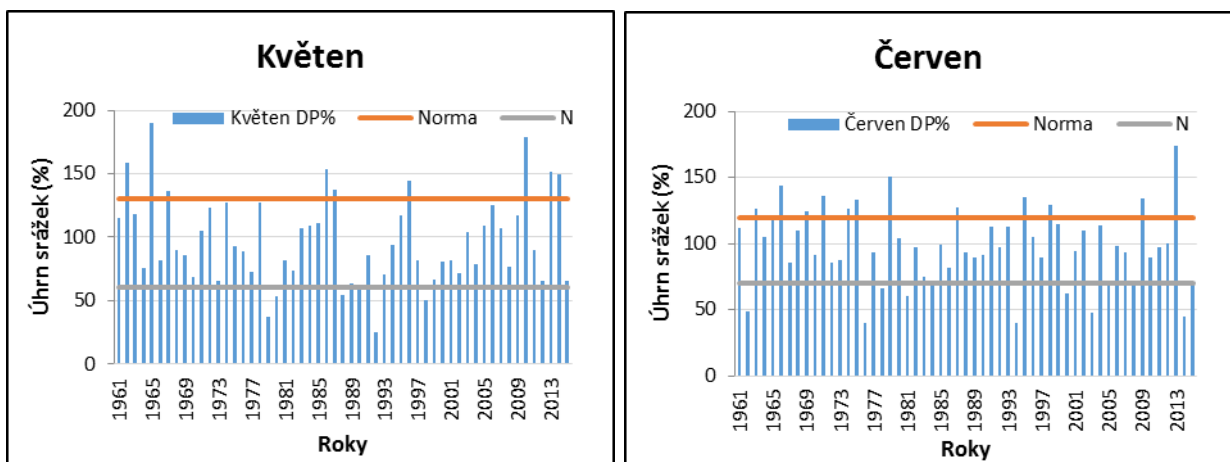
Graf č. 1: Úhrn srážek v lednu (a) a únoru (b) za období 1961-2015.

Mimořádně vlhkým měsícem byl leden roku 1976. V letech 1989 až 1991 byl v lednu podprůměrný úhrn srážek. V únoru byl nejnižší úhrn srážek v letech 1982, 2014, 2015 a nejvyšší v letech 1971 a 2002. Čím dříve dojde k obnovování jarní vegetace, například již na přelomu února a března, tím vyšších výnosů řepka dosahuje. Přejít do plodné činnosti rostlin urychluje dlouhý den (Petr, 1987).



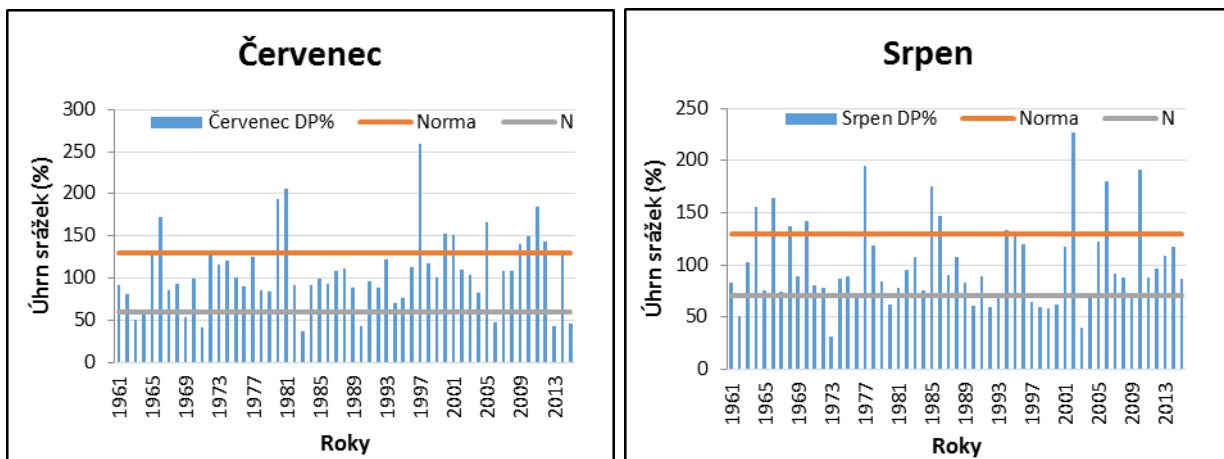
Graf č. 2: Úhrn srážek v březnu (a) a dubnu (b) za období 1961-2015.

Z grafu 2a je zřejmé, že mimořádně vlhkým měsícem byl březen roku 2000, mimořádně suchý březen byl v letech 2003 a 2012. Dle grafu 2b byl nejvlhčí duben v letech 1965, 1972, 1980 a 2006. Naopak mimořádně suchým byl duben v roce 2007. Na počátku jarní vegetace se optimální úhrn srážek pohybuje okolo 100 mm od počátku jarní vegetace do května. Pro březen a duben je optimum 40 mm.



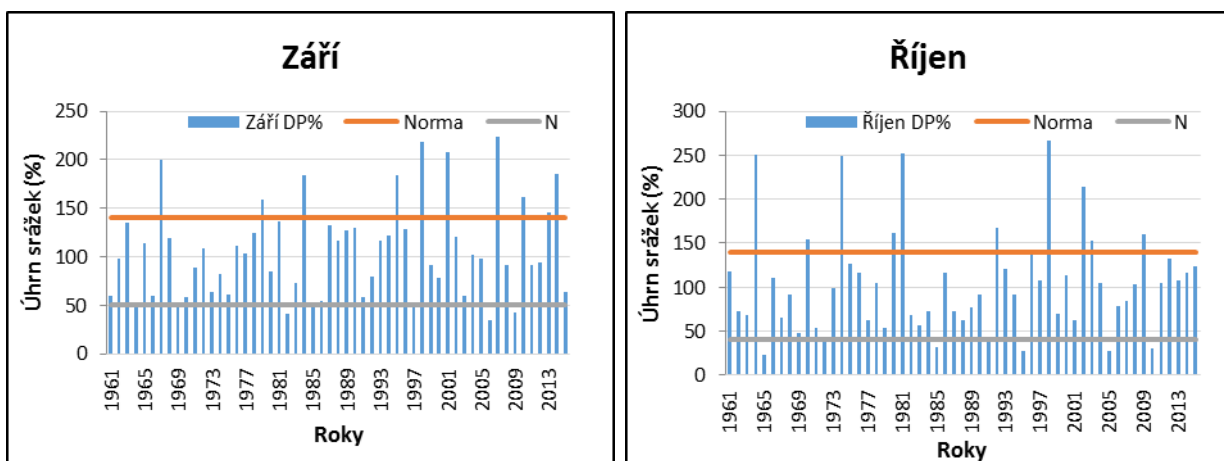
Graf č. 3: Úhrn srážek v květnu (a) a červnu (b) za období 1961-2015

Graf 3a označuje za mimořádně vlhký květen roku 1965 a 2010, v opačném případě mimořádně suchý květen nastal v letech 1979 a 1992. Dle grafu 3b byl nejvlhčím květen roku 2013 a nejsušším květen v letech 1976 a 1994. V době květu jsou mezní hodnoty úhrnů srážek 20 až 80 mm. Za 30 – 40 dní, které nastávají od kvetení do období zralosti, by mělo napršet celkem 70 až 100 mm srážek. Optimum pro samotný červen je 60 – 80 mm.



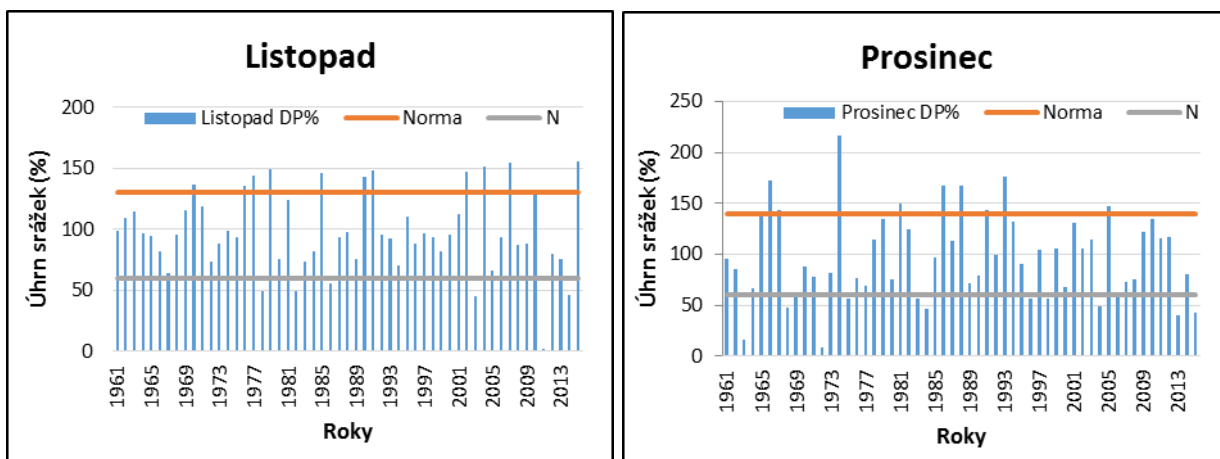
Graf č. 4: Úhrn srážek v červenci (a) a srpnu (b) za období 1961-2015

Graf 4a znázorňuje mimořádně vlhký červenec, který nastal v letech 1980, 1981 a 1997, naopak nejsušší byl v letech 1971, 1983, 1990, 2006, 2013 a 2015. Mimořádně suchým byl dle grafu 4b srpen v roce 1973 a 2003, mimořádně vlhkým byl srpen v roce 1977, 2002 a 2010. Podmínkou dobrého vzejití porostů a tedy úspěchu při pěstování řepky jsou srážky a vláha po zasetí, tedy koncem srpna a začátkem září. Řepka je náročná na rovnoměrné rozložení srážek. Nepříznivý vliv mají v průběhu podzimní vegetace rovněž dlouhotrvající sucha. V podzimních měsících, se optimální úhrn srážek pohybuje v rozmezí 50 – 80 mm, pro srpen 60 – 80 mm. Naopak pro celkové období srpen – listopad je optimální úhrn srážek 200 – 210 mm.



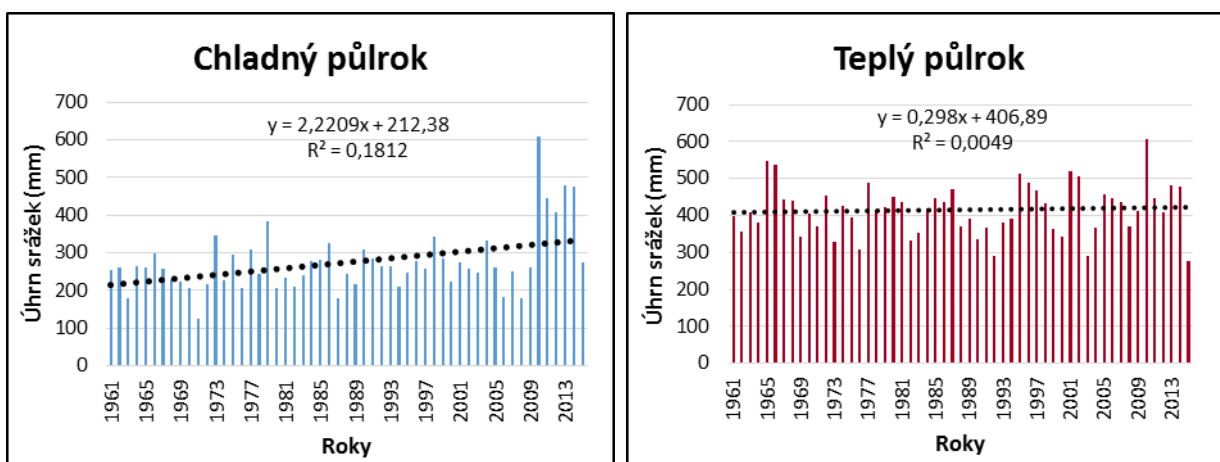
Graf č. 5: Úhrn srážek v září (a) a říjnu (b) za období 1961-2015

Dle grafu 5a je zřejmé, že mezi nejvlhčí patřilo září v letech 1967, 1998, 2002 a 2008, přičemž nejsušší září nastalo v letech 1983, 2006 a 2010. Na mimořádně vlhký říjen poukazuje graf 5b v letech 1964, 1974, 1981 a 1998, naopak mimořádně vlhký byl říjen v roce 1965, 1985, 1995, 2005 a 2010.



Graf č. 6: Úhrn srážek v listopadu (a) a prosinci (b) za období 1961-2015.

Extrémně suchý listopad nastal v roce 2011 dle grafu 6a, naopak nejvíce vlhký listopad byl v roce 2015. V prosinci dle grafu 6b nastalo nejsušší období v roce 1972 a nejvlhčí v roce 1974. Během zimy jsou výhodnější vyšší srážky a mírnější teploty do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, i když silná řepka s krčkem více než 8 mm silným snáší krátkodobě (do 6 hodin) holomrazy -18 (-20) $^{\circ}\text{C}$. Nejlepší roky pro výnos jsou ty, kdy zima nastoupí opožděně nebo vůbec ne a jaro se brzy otevře nejlépe již koncem února (Bečka a kol., 2007).



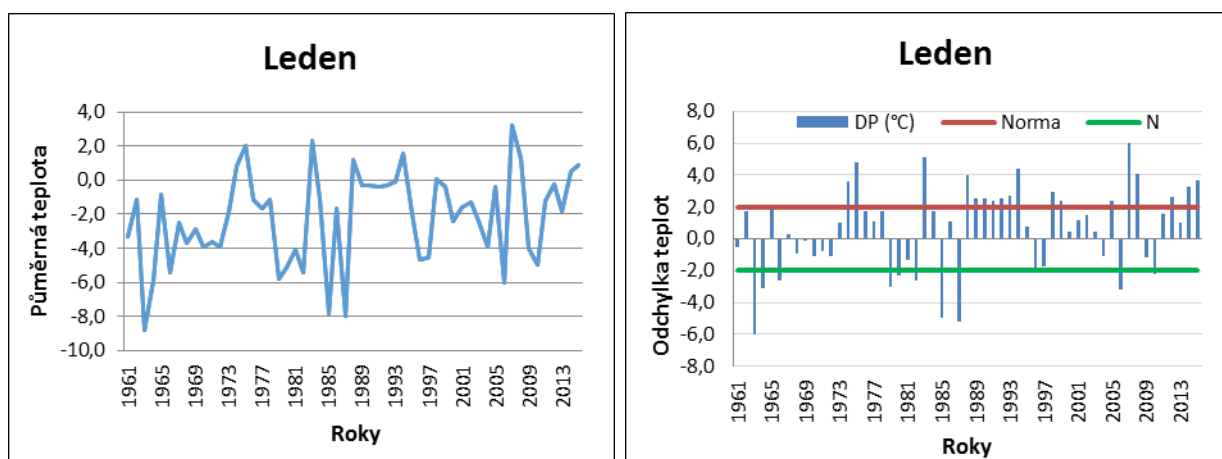
Graf č. 7: lineární regrese chladného (a) a teplého (b) půlroku v období 1961-2015

K hodnocení chladného a teplého půlroku byl použit graf lineární regrese, graf rozhoduje o míře spolehlivosti dat. Čím je hodnota R^2 blíže k hodnotě 1, tím je graf spolehlivější. Lineární typ trendu je přizpůsobená přímka, která se používá u jednoduchých lineárních množin dat. Zde byly na přímce X použity roky a na přímce Y úhrny srážek v mm. Lineární regrese nám obvykle určuje, zda předmět testování stoupá konstantní měrou. Hodnoty za chladné a teplé měsíce byly sečteny zvlášť pro jednotlivé roky. Chladný půlrok tvoří měsíce

od října do března. Z grafu 7a je zřejmé, že došlo k významnému zvýšení srážek a to především v letech 2010 až 2014. Teplý půlrok zahrnuje měsíce od dubna do září. V teplém půlroce, který je znázorněn na grafu 7b bylo v letech 1965, 1966 a 2010 vysoké množství srážek ale jinak nedošlo k významným změnám.

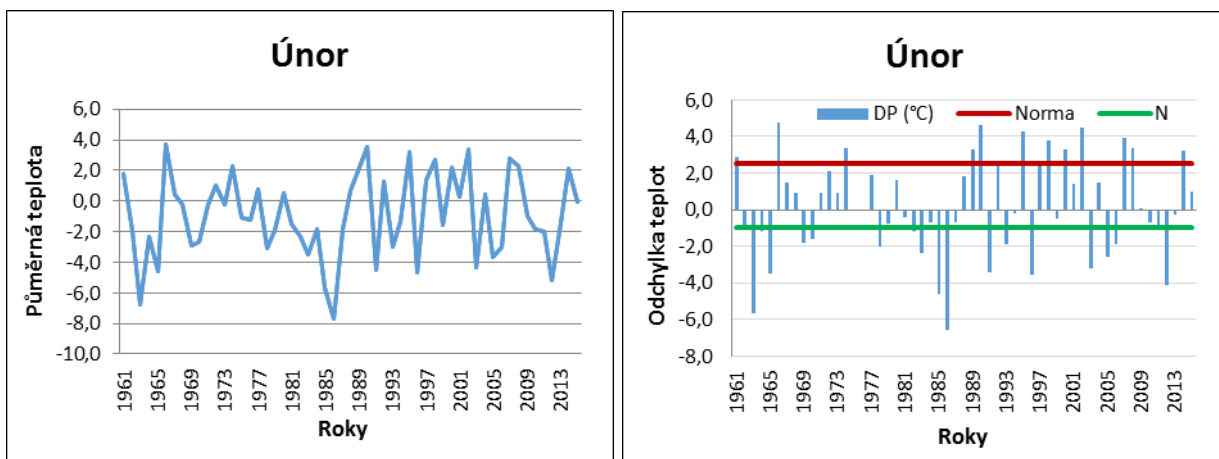
5.1.2 Vývoj teplot

Pro pěstování řepky jsou nejvhodnější oblasti s průměrnými ročními teplotami 6,5 – 8,5 °C. Mimo opakovatelné holomrazy pod – 13 až – 15 °C také nesnáší kolísání teplot mezi dnem a nocí vyšší než asi 20 °C, zpravidla v předjaří po obnovení jarní vegetace. V posledních letech (2005 a 2007) se stále častěji setkáváme s pozdními „meruňkovými“ mrazy, jejichž důsledkem je zejména neškodné praskání stonků, ale zato významné škody na výnosu způsobené zmrznutím a následně opadem pupat a mladých šešulí řepky (Bečka a kol., 2007).



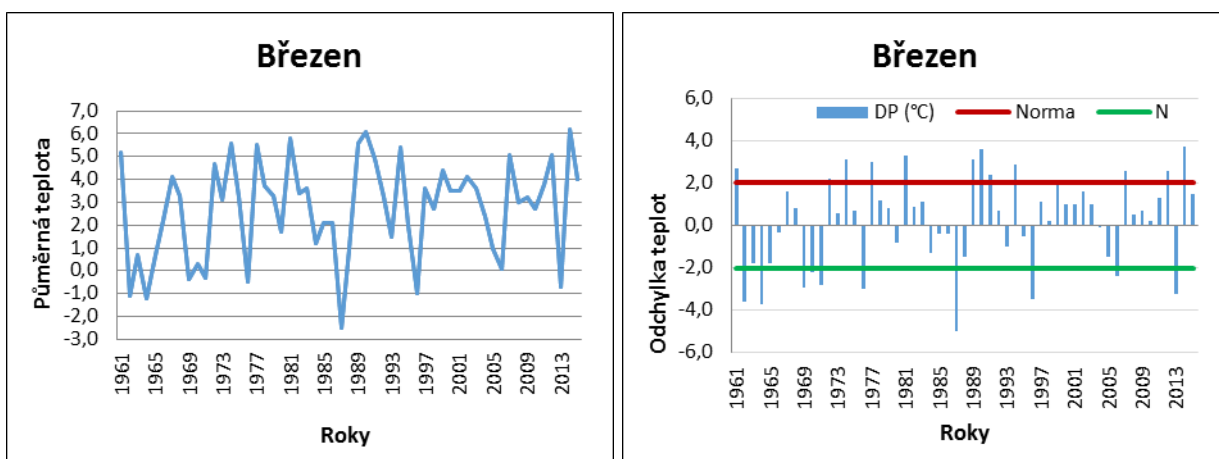
Graf č. 8: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v lednu v letech 1961-2015

Průměrná teplota za posledních 55 let byla v lednu -2,2, °C. Teploty se dle grafu 8a pohybovaly v rozmezí -9 – 3 °C. Nejchladnější leden nastal podle grafu odchylky teplot graf 8b v letech 1963, 1985 a 1987, naopak nejteplejší byl v letech 1975, 1984 a 2007.



Graf č. 9: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v únoru v letech 1961-2015

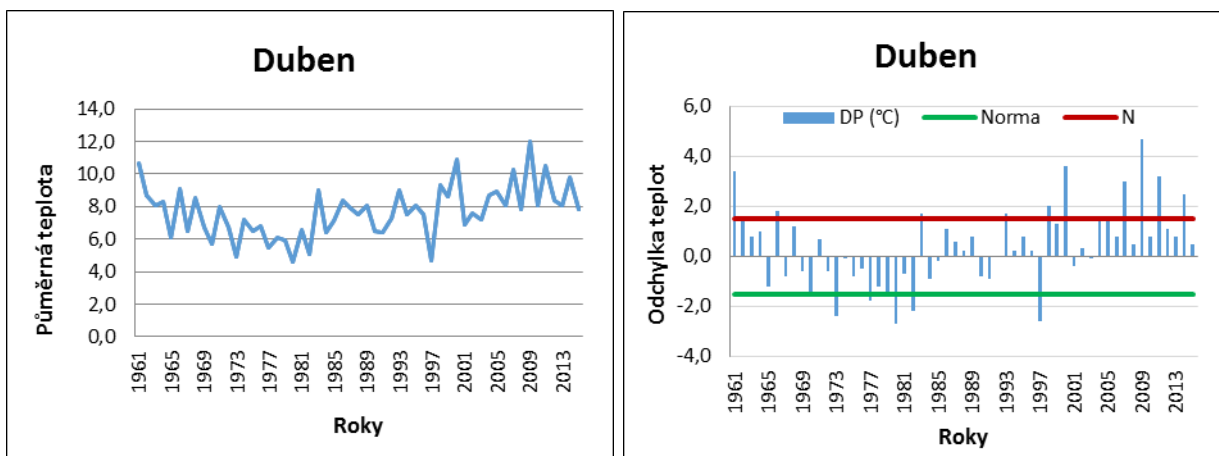
Průměrná teplota v období 1961-2015 byla v únoru $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teploty se dle grafu 9a pohybovaly v rozmezí $-8 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Graf 9b znázorňuje odchylky teplot v únoru. Nejchladnější únor nastal v letech 1963, 1985 a 1986. Nejteplejším byl únor v letech 1966, 1990, 1996 a 2002.



Graf č. 10: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v březnu v letech 1961-2015

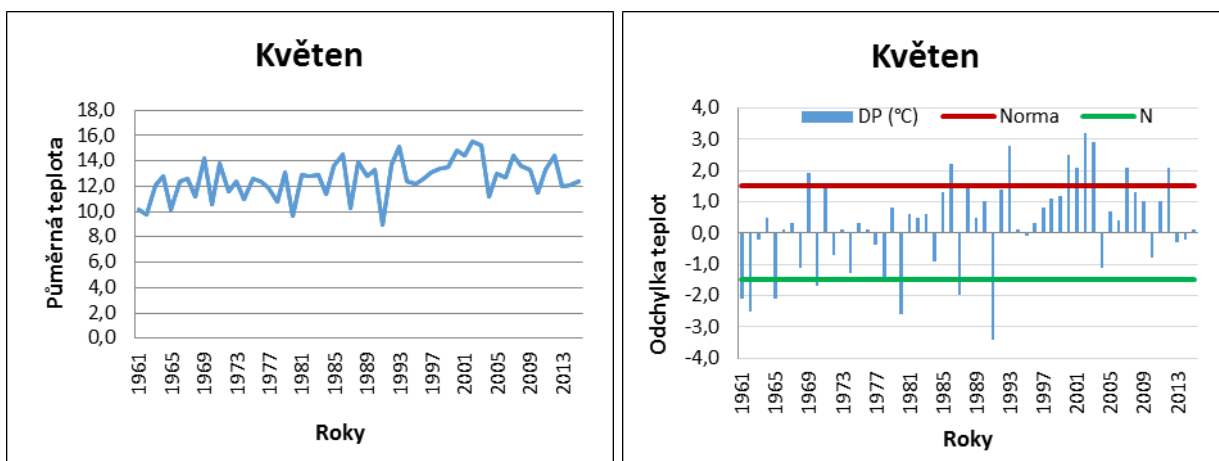
Průměrná teplota za posledních 55 let v březnu byla $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teploty na grafu 10a se pohybovaly v rozmezí $-3 - 6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z grafu 10b je zřejmé, že nejchladnější byl březen v letech 1962, 1964, 1987, 1997 a 2013. Naopak nejtepleji bylo v březnu roku 1991 a 2014.

Jakmile denní teploty vzduchu dosáhnou průměru $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, dochází k obnově porostu a začíná nová tvorba nadzemní biomasy (Petr, 1987).



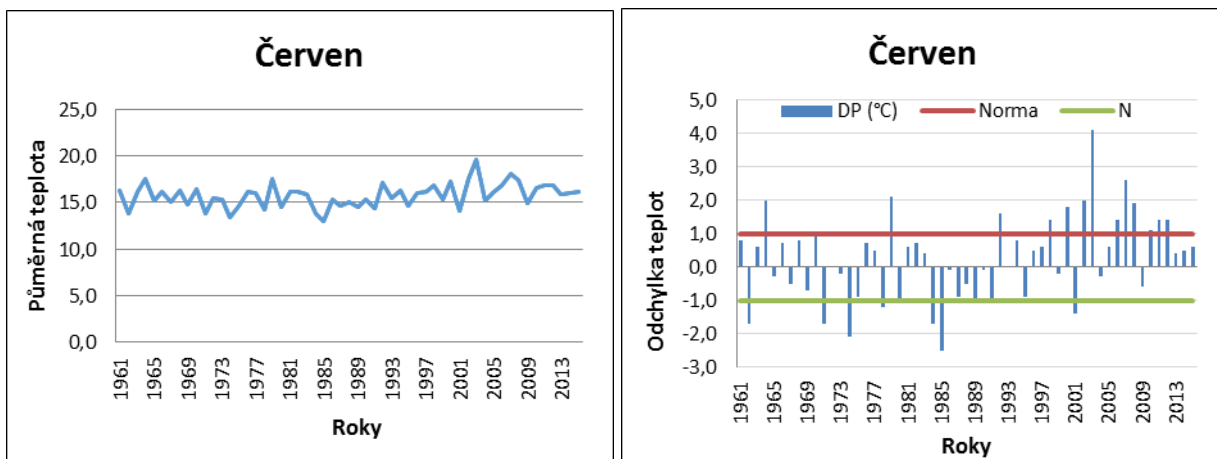
Graf č. 11: vývoj průměrných teplot a odchylek teplot v dubnu v letech 1961-2015
 Průměrná teplota v období 1961-2015 byla 7,7, °C. Teploty na grafu 11a se pohybovaly v rozmezí 3 – 12 °C. Na grafu 11b je vidět, že nejchladnější duben byl v letech 1973, 1980, 1982 a 1997. V opačném případě nejteplejší byl duben v letech 1961, 2000 a 2010.

V tomto období hrozí riziko v podobě pozdních jarních mrazů, protože rostliny již ztrácí schopnost mrazuvzdornosti. Negativní dopad na řepku má především střídání teplot v jarním období.



Graf č. 12: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v květnu v letech 1961-2015

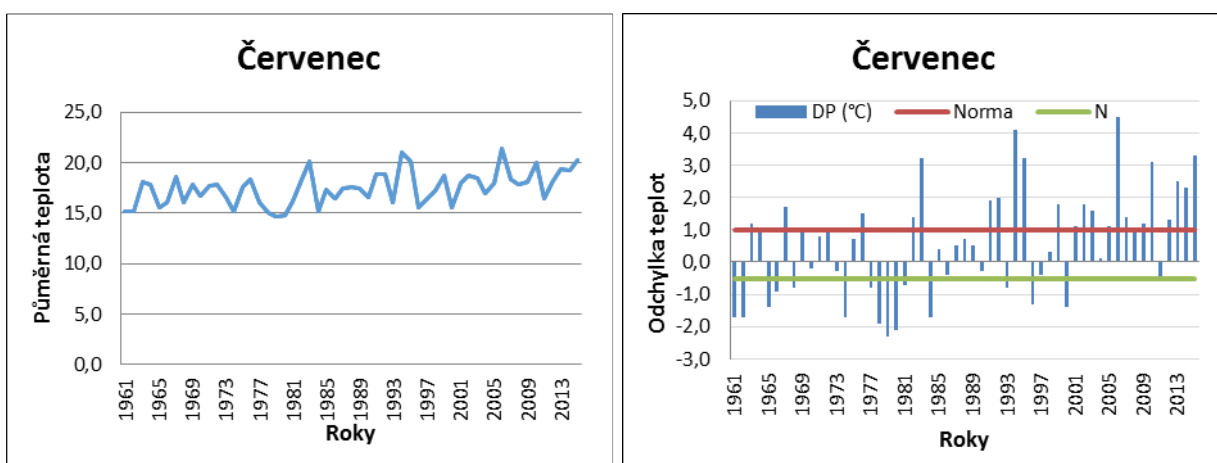
Průměrná teplota za posledních 55 let byla v květnu 12,6 °C. Graf 12a znázorňuje průměrné teploty, které se pohybovaly v rozmezí 9 – 16 °C. Nejchladnější květen se vyskytl v letech 1980 a 1991, naopak nejteplejší květen nastal v letech 1993, 2001, 2003 a 2004.



Graf č. 13: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v červnu v letech 1961-2015

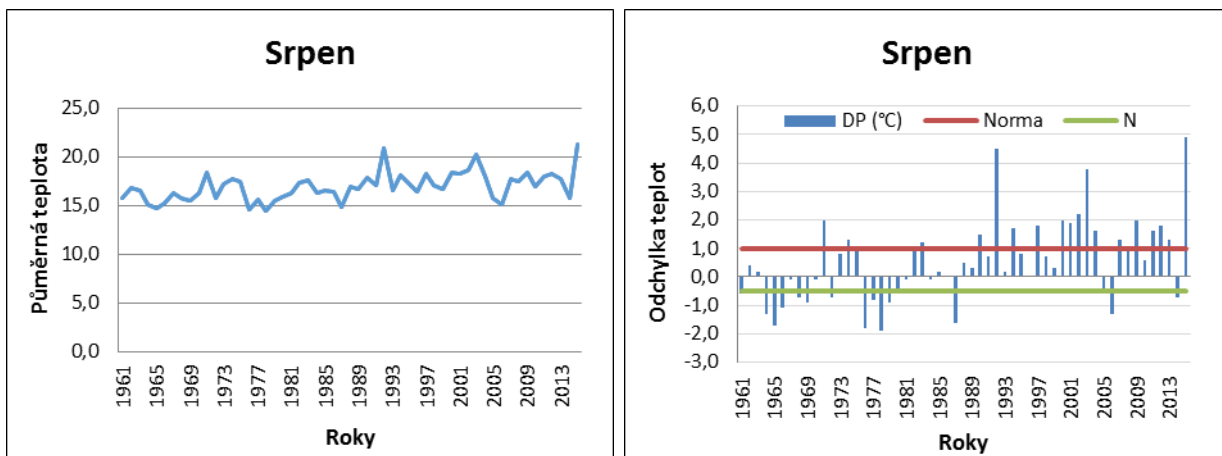
Průměrná teplota v období 1961-2015 byla v červnu 15,8 °C. Teploty na grafu 13a se pohybovaly v rozmezí 13 – 20 °C. Graf 13b znázorňuje odchylky teplot v červnu. Nejchladnější červen nastal v letech 1974 a 1986. Nejteplejší červen byl v letech 2004 a 2008.

Včas zasetá ozimá řepka v našich podmínkách dozrává již koncem června nebo v první polovině července (Špaldon a kol., 1982).



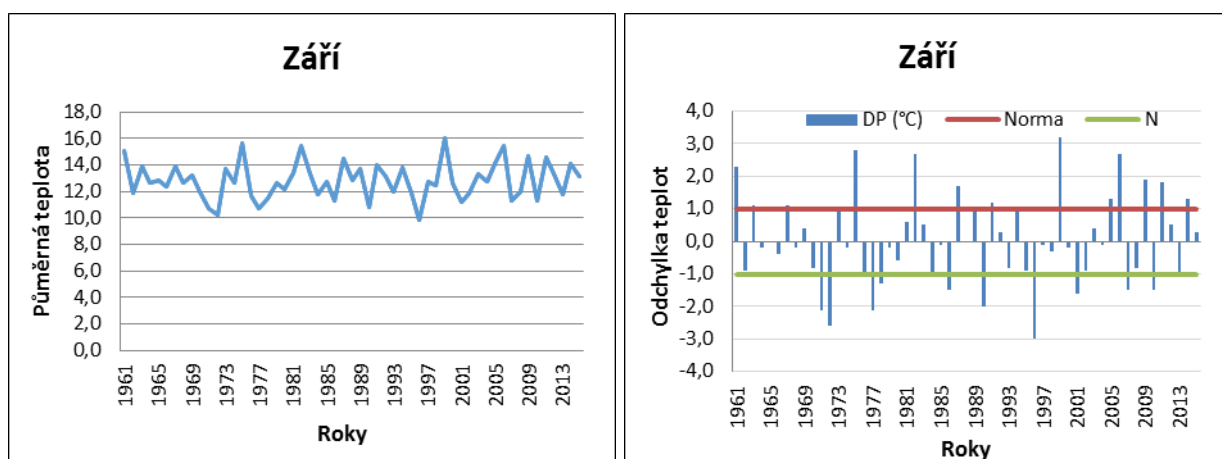
Graf č. 14: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v červenci v letech 1961-2015

Průměrná teplota v období 1961-2015 byla v červenci 17,5 °C. Teploty v grafu 14a se pohybovaly v rozmezí 14 – 22 °C. Z grafu 14b je zřejmé, že nejchladnější červenec nastal v letech 1979 a 1980. Nejteplejší červenec byl v letech 1983, 1994, 1995, 2006, 2010 a 2015.



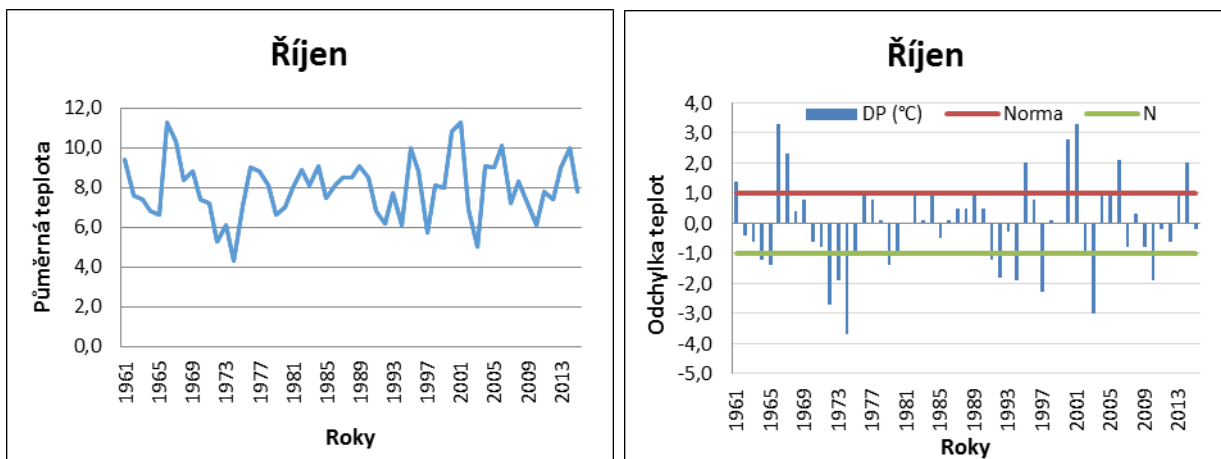
Graf č. 15: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v srpnu v letech 1961-2015

Průměrná teplota za posledních 55 let byla v srpnu 16,9 °C. Teploty v grafu 15a se pohybovaly v rozmezí 14 – 22 °C. Graf 15b znázorňuje odchylky teplot v měsíci srpen. Nejchladnější srpen byl v letech 1965, 1976, 1978 a 1987. Nejteplejším měsícem byl srpen v letech 1992, 2003 a 2015.



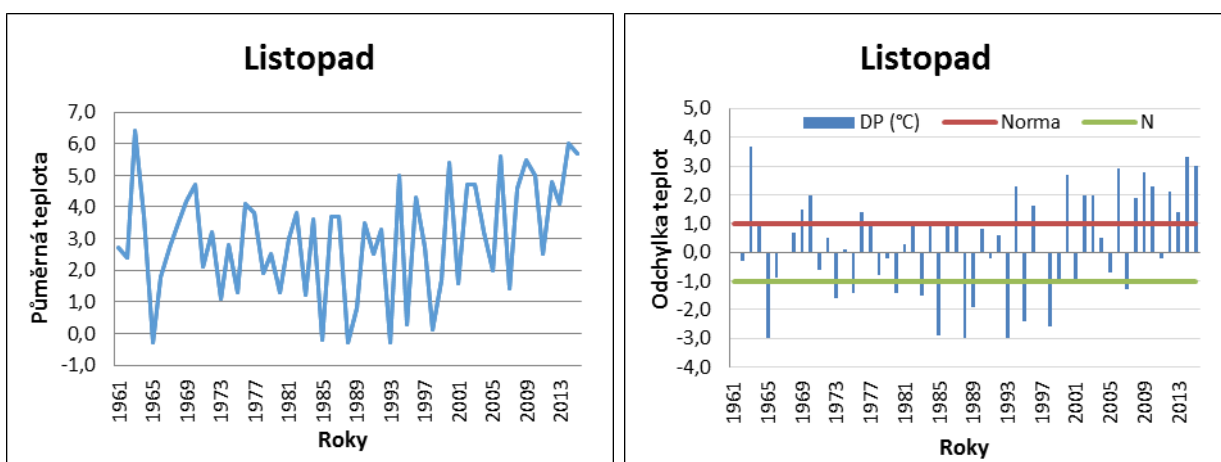
Graf č. 16: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v září v letech 1961-2015

Průměrná teplota v období 1961-2015 byla v září 12,8 °C. Teploty v září se pohybovaly v rozmezí 9 – 16 °C (graf 16a). Nejchladnější bylo září v letech 1972, 1977, 1991 a 1997. Nejteplejší bylo září v letech 1961, 1976, 1983, 2000 a 2006.



Graf č. 17: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v říjnu v letech 1961-2015.

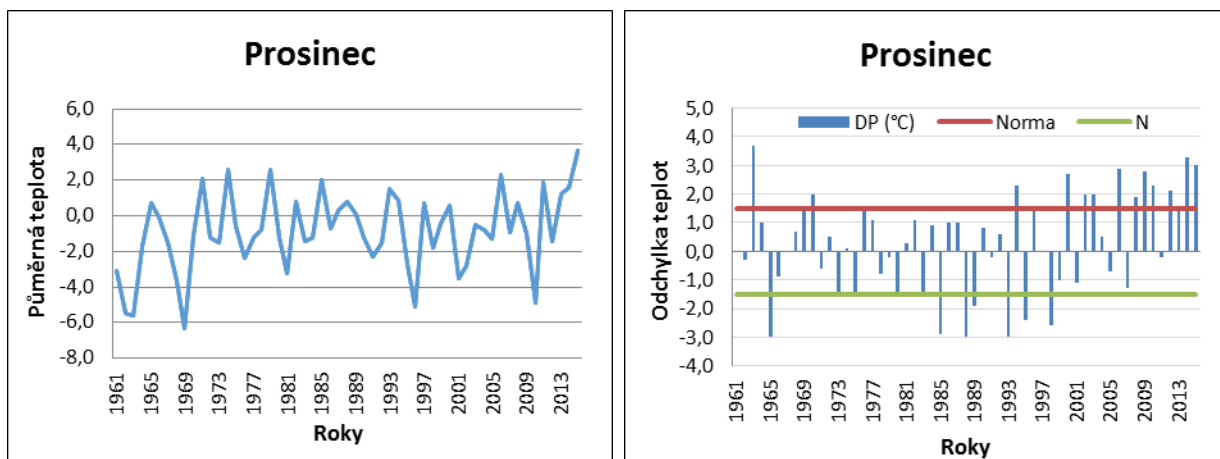
Průměrná teplota za posledních 55 let byla v říjnu 8 °C. Teploty se dle grafu 17a pohybovaly v rozmezí 4 – 11°C. Z grafu 17b je zřejmé, že nejchladnější byl říjen v letech 1972, 1975 a 2003. Nejteplejší byl říjen v letech 1976, 1977, 2001 a 2002.



Graf č. 18: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v listopadu v letech 1961-2015

Graf 18a popisuje průměrnou teplotu v listopadu v období 1961-2015, která byla 3 °C. Je zřejmé, že listopad je měsícem s proměnlivými teplotami. Rozmezí teplot se pohybovalo od -1 do 7 °C. Nejchladnější byl listopad v letech 1965, 1985, 1988, 1993, 1995 a 1998. Naopak nejteplejší byl listopad v letech 1963, 2014 a 2015.

Hladina hlavních živin v nadzemních orgánech řepky před zimou klesá. Živiny se přesouvají do kořenové soustavy (Špaldon a kol., 1982).



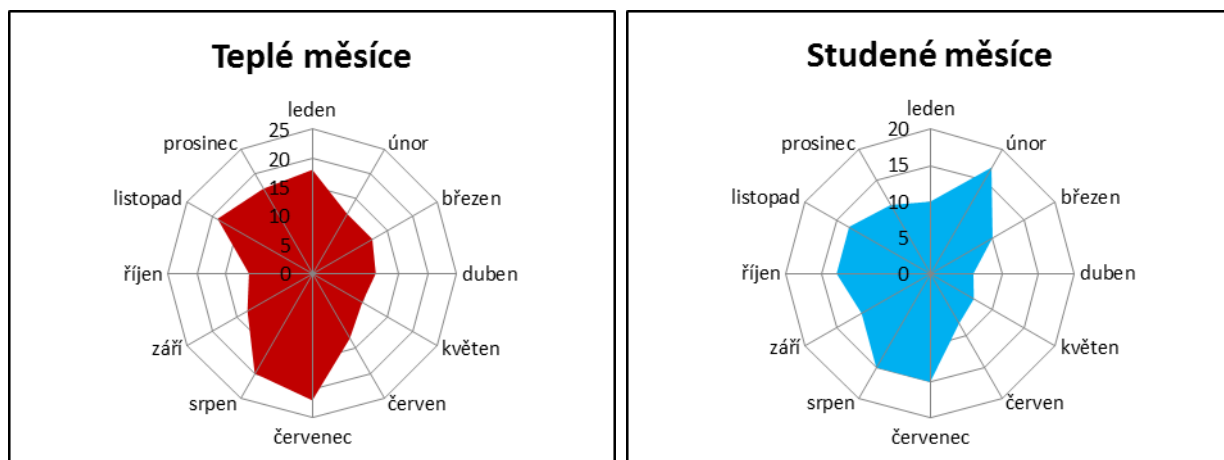
Graf č. 19: vývoj průměrných teplot (a) a odchylek teplot (b) v prosinci v letech 1961-2015

Průměrná teplota v období 1961-2015 v prosinci byla $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozmezí teplot se dle grafu 19a pohybovalo od -7 do $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Graf 19b ukazuje, že nejchladnější byl prosinec v letech 1965, 1985, 1988, 1993, 1995 a 1998. Naopak nejteplejší byl prosinec v letech 1963, 2001, 2006, 2009, 2014 a 2015.

Redukce nadzemní biomasy je spojená s počátkem zimní vegetace a nastává při poklesu teplot pod $5 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Růst kořenů ustává při poklesu na $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. V dobře připraveném a zdravém porostu vydrží rostliny mrazy až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pokud jsou přikryty sněhovou pokrývkou, která porost tepelně izoluje tak i více. V zimních měsících se optimální úhrn srážek pohybuje okolo hodnoty 110 mm při $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, za přítomnosti sněhu až 150 mm (Petr, 1987).

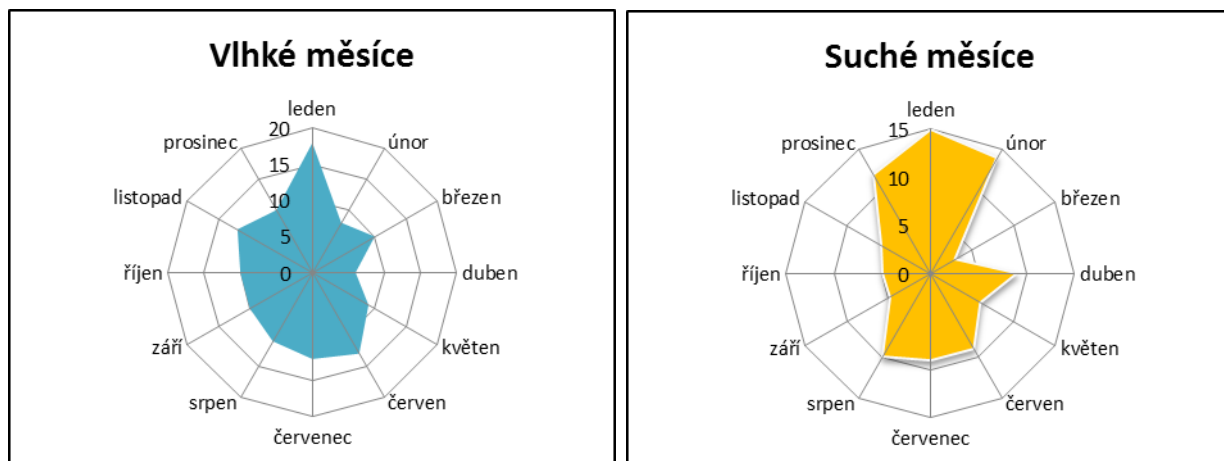
5.1.3 Přehled studených, teplých, suchých a vlhkých měsíců

Pro přehled byl použit ve všech případech paprskový graf.



Graf č. 20: Přehled počtu studených (a) a teplých (b) měsíců v ČR za období 1961–2015.

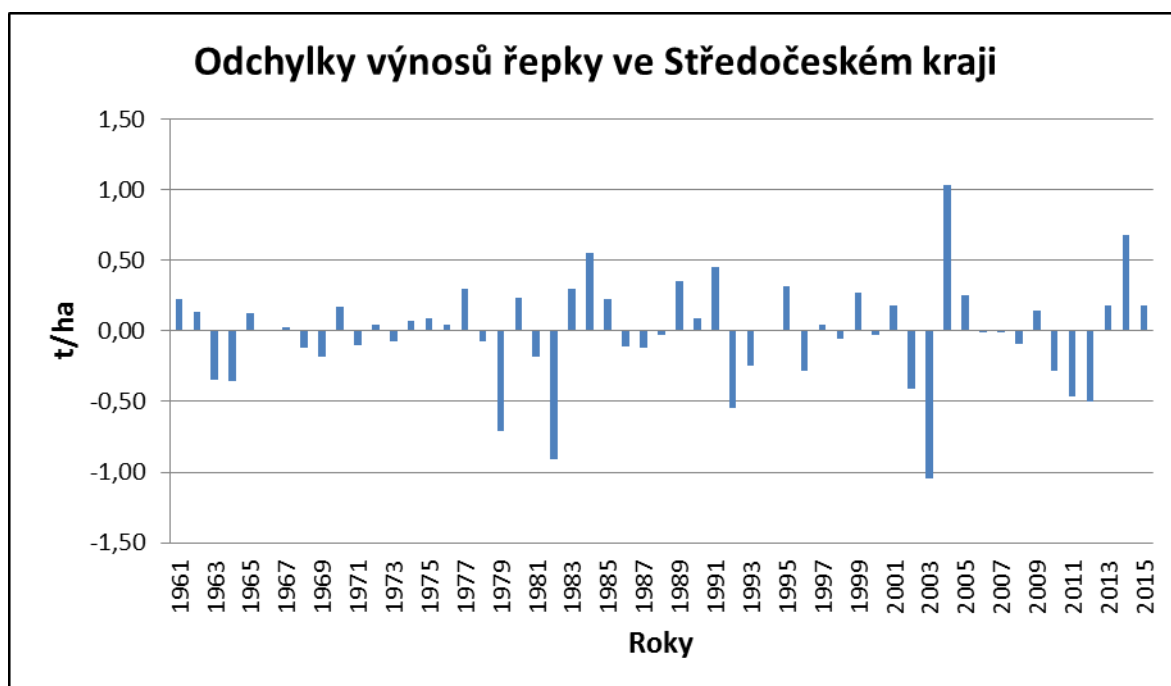
Z grafu 20a je zřejmé, že nejvíce se vyskytoval jako studený měsíc únor a to 17 krát za 55 let. Což znamená, že každý třetí rok byl nejstudenější únor. Nejméně studený byl duben, který se vyskytoval jen 6 krát za 55 let. Na grafu 20b je vidět, že nejteplejším měsícem byl červenec, který v průměru nastal každý čtvrtý rok. Nejméně teplý měsíc byl za posledních 55 let květen.



Graf č. 21: Přehled počtu suchých (a) a vlhkých (b) měsíců v ČR za období 1961– 2015.

Nejvíce suchým měsícem byl dle grafu 21a byl leden, který nastal v 15 případech z 55. Nejméně suchý měsíc byl březen, který se vyskytl jen třikrát. Graf 21b ukazuje, že nejvlhčím měsícem byl leden a nejméně srážek se vyskytlo v dubnu.

5.2 Shromáždění dat a vytvoření databáze nejstarších výnosových řad



Graf č. 22: Odchylka výnosů ve Středočeském kraji v období 1961-2015

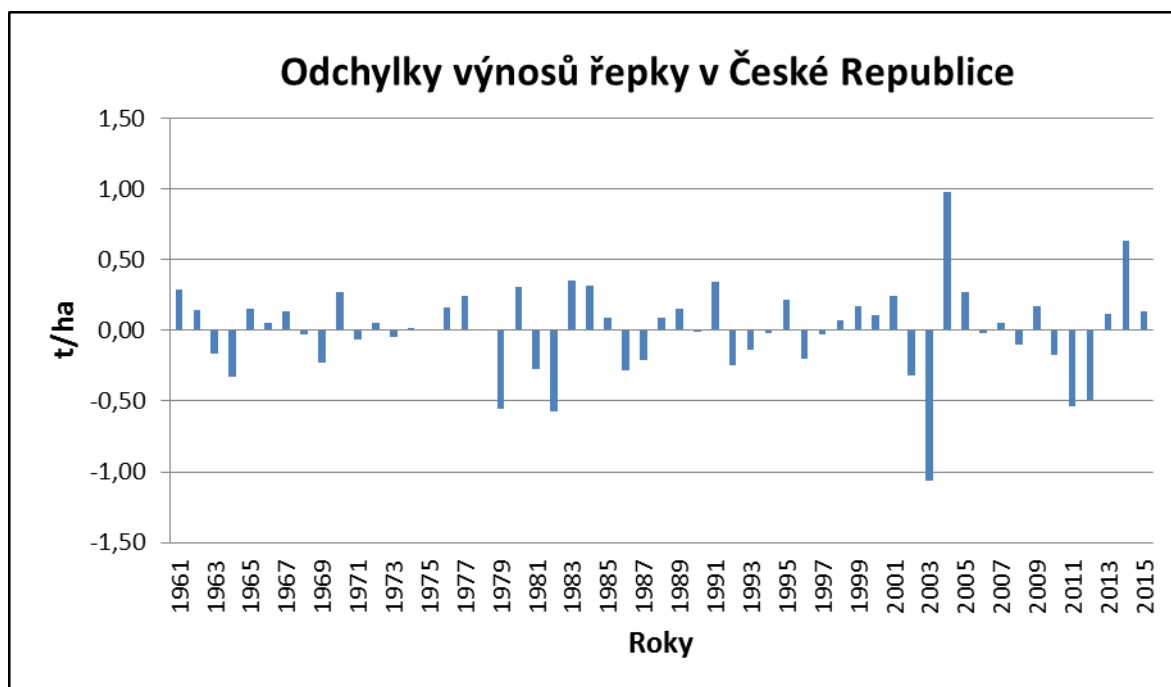
Průměrný výnos za sledované období ve středočeském kraji byl 2,35 t/ha. Největší ztráty na výnosu nastaly v letech 1979, 1982, 1992, 2003, 2012 a 2013 naopak vysoký výnos se projevil v letech 2004 a 2014.

Tabulka č. 2: Roky s minimálním, normálním a maximálním výnosem ve Středočeském kraji v letech 1961-2015 od dlouhodobého průměru

Roky s minimálním výnosem	Roky s normálním výnosem	Roky s maximálním výnosem
1963, 1964, 1968, 1969, 1971, 1979, 1981, 1982, 1986, 1987, 1992, 1993, 1996, 2002, 2003, 2010, 2011, 2012	1966, 1967, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1978, 1988, 1990, 1994, 1997, 1998, 2000, 2006, 2007, 2008	1961, 1962, 1965, 1970, 1977, 1980, 1983, 1984, 1985, 1989, 1991, 1995, 1999, 2001, 2004, 2005, 2009, 2013, 2014, 2015

Ve středočeském kraji byla pro roky s minimálním výnosem vybrána data, kdy odchylka přesáhla hodnotu od trendu -1,04 do -0,10. Pro roky s normálním výnosem byla odchylka od -0,06 do 0,09. Roky s maximálním výnosem měly odchylku od 0,11 do 0,98. V porovnání s tabulkou č. 3 do let s minimálním výnosem patří ve středočeském kraji rok 1968, naopak v ČR je tento rok zařazen do let s normálním výnosem. Rozdíl je i v roce 1967, 1976 a 2000, které jsou v případě ČR zařazeny do let s maximálním výnosem a pro středočeský

kraj se tyto roky nachází ve sloupci normálních výnosů. Rok 1985 se ve středočeském kraji nachází ve sloupci maximálních výnosů a v ČR byl tento rok zařazen do normálních výnosů.



Graf č. 23: Odchylyka výnosů v České republice v období 1961-2015

Průměrný výnos řepky za sledované období v celé České Republice byl 2,4 t/ha. Z grafu 22 je zřejmé, že k největší ztrátě na výnosu došlo v roce 2003, a naopak nejvyšší výnos nastal v roce 2004 a 2014. K výrazným ztrátám výnosu došlo i v letech 1979, 1982, 2012 a 2013.

Tabulka č. 3: Roky s minimálním, normálním a maximálním výnosem v České republice v letech 1961-2015 od dlouhodobého průměru

Roky s minimálním výnosem	Roky s normálním výnosem	Roky s maximálním výnosem
1963, 1964, 1969, 1979, 1981, 1982, 1986, 1987, 1992, 1993, 1996, 2002, 2003, 2008, 2010, 2011, 2012	1966, 1968, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1985, 1988, 1990, 1994, 1997, 1998, 2006, 2007	1961, 1962, 1965, 1967, 1970, 1976, 1977, 1980, 1983, 1984, 1989, 1991, 1995, 1999, 2000, 2001, 2004, 2005, 2009, 2013, 2014, 2015

V České republice byla pro roky s minimálním výnosem vybrána data, kdy odchylyka přesáhla hodnotu od trendu -1,06 do -0,5. Pro roky s normálním výnosem byla odchylyka od -0,09 do 0,09. Roky s maximálním výnosem měly odchylyku od 0,13 do 1,03.

Rok 1979: v tomto roce bylo naše území těžce postiženo vlnou silných mrazů, které udeřily v noci z 31. prosince 1978 na 1. leden 1979. Došlo k ochlazení rychlostí téměř 3 °C za hodinu. Toto chladné počasí doprovázel silný vítr, poté došlo k až dvacetistupňovým mrazům, které vytrvaly na většině území přibližně do 10. ledna. Ve druhé dekádě se teploty zmírnily na – 10 °C. Konec roku 1978 byl ve znamení teplého a téměř jarního počasí.

Rok 1982: byl rokem, kdy byly zaznamenány nejnižší plochy osevu a sklizně řepky s celkovou produkcí přes 151 tis. tun. V tomto roce ještě nebyla řepka tolik rozšířenou zemědělskou plodinou. Po suchém podzimu 1981, došlo v roce 1982 ke snížení celkové produkce řepky olejné při zvýšení osevních ploch. Také bylo zaznamenáno zvýšení teplot v prosinci.

Rok 1992: v tomto roce řepka olejná opět vykazovala pokles výnosu, který byl zapříčiněn nepříznivými podmínkami po dobu vegetace, a tím došlo ke snížení celkové produkce. V tomto roce byly velmi vysoké teploty. Průměrná denní teplota se v měsíci srpnu vyšplhala na 21,2 °C, ale poté nastalo prudké ochlazení. V době vzházení řepky napadlo jen velmi malé množství srážek a i druhá polovina vegetace nebyla na srážky bohatá. Jen v měsíci červnu napadlo nadprůměrné množství srážek, a to 94 mm (Měsíční přehled počasí, 1991, ČHMÚ).

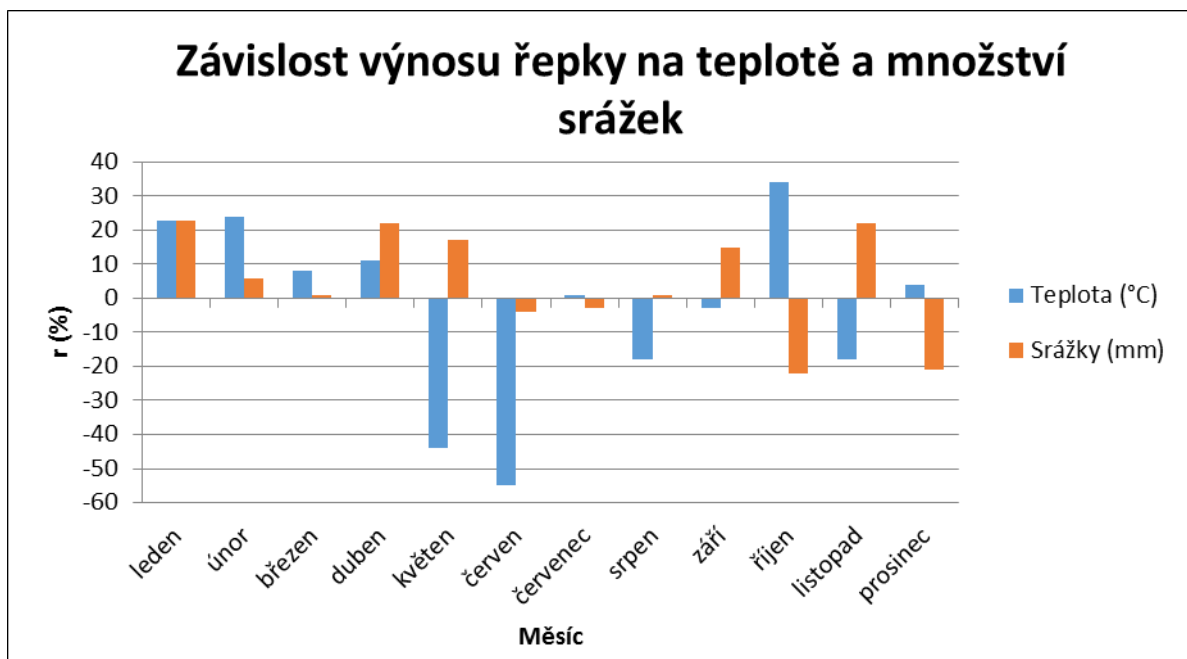
Rok 2003: nejnižší výnos byl jak v případě celé ČR tak i střeďočeského kraje v roce 2003 a to 1,55 t/ha. Produkce poklesla ve srovnání s rokem 2002 o 45,3%. Průměrný hektarový výnos 1,55 t/ha byl nejnižším za posledních 24 let (Potměšilová a Adamec, 2004). Celkově byl rok 2003 hodnocený jako mimořádně suchý a teplý rok. V roce 2002 provázely podzimní osevy špatné klimatické podmínky a osev řepky musel být předčasně ukončen. Porosty nastupovaly většinou do zimy slabé a nevyrovnané kvůli chladnému a deštivému počasí (Potměšilová a Adamec, 2002). Došlo k masovému vymrznutí řepky, určitá část porostů přežila, ale rostliny byly oslabeny mrazovými šoky ze zimního a časně jarního období. (Sypták, 2008). V dalších fázích vegetace poškodil slabé a řídké porosty po zimě 2002 nedostatek srážek a vysoké teploty, zejména v době počátku květu. Podmínky, které nastaly v červnu, umožnily rozvoj houbových chorob. Nástup řepky do generativní fáze zkrátily vysoké teploty a tím omezily možnost dosažení přijatelného výnosu. Nejnižší průměrné výnosy, byly v západních Čechách a dosáhly 1,42 t/ha. V Královéhradeckém kraji bylo v roce 2003 dosaženo nejvyššího průměrného výnosu, který činil 1,76 t/ha.

Rok 2004: tento rok přinesl opačnou zkušenost. V roce 2004 probíhal podzimní vývoj řepky v příznivých podmínkách, výsledkem bylo vytvoření růžice s 8 - 10 listy. Ukončení vegetace rostlin nastalo v třetí dekádě listopadu 2004. Jarní vegetace byla obnovena na konci března (Malarz a kol., 2007). Vitalita rostlin po zimě a v následujícím období byla vynikající a mnoho porostů, které byly v téměř kritické hustotě, poskytly vysoké výnosy (Sypták, 2008). I přesto, že v dubnu nastaly pozdní mrazíky a opozdila se tak sklizeň řepky na konec července 2015. V roce 2004 dosáhla řepka nejvyššího výnosu a to 3,6 t/ha. Výrazně se zvýšila celková produkce a došlo k navýšení sklizňových ploch. Dobré přezimování porostu s příznivými podmínkami při sklizni způsobilo výrazně vysoký výnos.

Rok 2014: Průběh zimy roku 2013/2014 byl velmi mírný. V ČR prakticky vůbec nebyla trvalejší sněhová pokrývka, a to ani v horských oblastech. V tomto roce byl neobvykle mírný průběh zimy, který s sebou přinesl několik významných rizik. Jedním z nich byla absence zimních srážek, která se pak na jaře negativně projevila zejména v nejsušších oblastech republiky. Období vegetačního klidu bylo bez většího výskytu mrazivého počasí. Pouze v lednu se vyskytovaly dva dny se silným mrazem. V tomto roce byl vysoký výnos řepky jak v celé České republice, tak ve Středočeském kraji.

5.3 Závislost proměnlivosti výnosů na kumulaci vláhového deficitu v průběhu vegetačního období

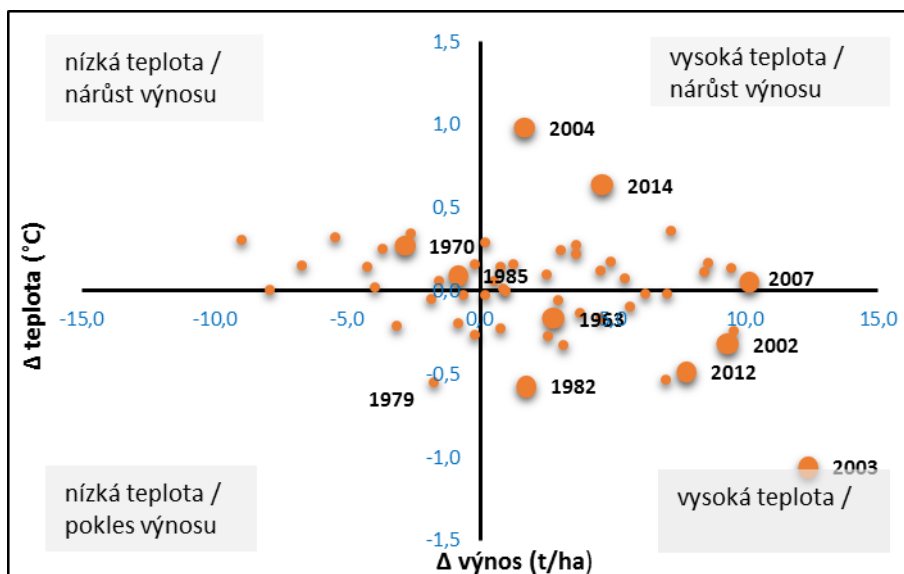
Z ekologického hlediska existují dva limitující faktory, které omezují pěstování řepky ozimé: dostatek vláhy v letním období pro založení porostů a vhodný průběh počasí v zimním období, který umožňuje přezimování porostů (Baranyk a kol., 2007).



Graf č. 24: Vliv odchylky teplot a množství srážek na výnos řepky v období 1961-2015 ve Středočeském kraji

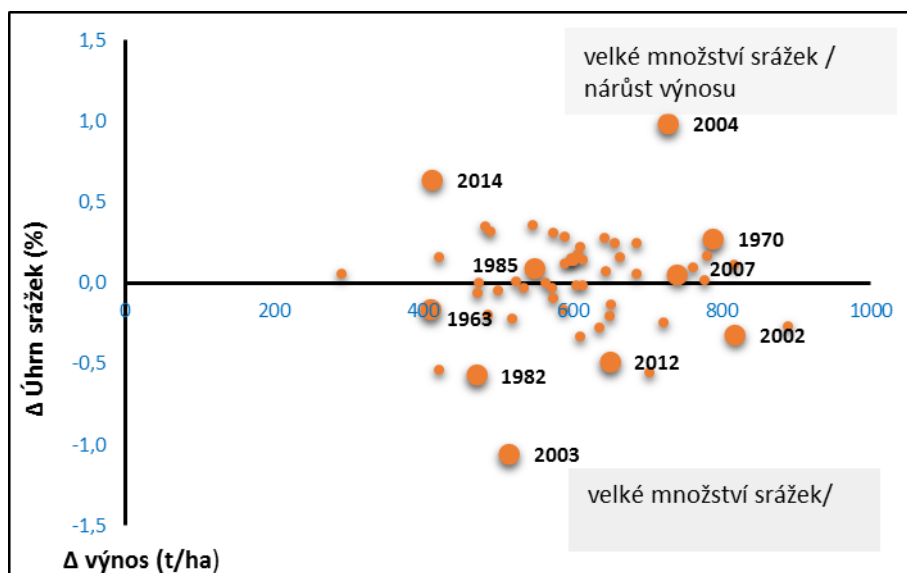
Graf č. 24 popisuje vztah teplot a srážek na výnosy. V lednu měla teplota i srážky stejný vliv na výnos. Teplota v únoru ovlivňovala výnos více než srážky. Březen poukazuje na nízký vztah teplot a srážek vůči výnosům. Srážky v dubnu ovlivňovaly více výnos řepky nežli teplota. Teplota oproti srážkám ovlivňuje v květnu výnos řepky více, z grafu je zřejmé, že hodnota - 44 % negativně ovlivňuje výnos řepky. Červen je měsícem, kdy je teplota pro výnos rozhodujícím faktorem, hodnota - 55 % označuje velmi nepříznivý vliv na výnos. Naopak srážky v červnu nejsou tolik podstatné. V červenci není vzájemný vztah teplot a srážek pro výnos rozhodující. V srpnu má teplota negativní vliv na výnosy, naopak srážky mají v srpnu téměř nulový přínos na tvorbu výnosu. Teplota v září měla lehce záporný vliv na výnos, oproti srážkám, které z 15 % ovlivnily výnos. Říjen je měsícem kdy teplota i srážky hrají důležitou roli pro tvorbu výnosu. Z tabulky je zřejmé, že teplota kladně ovlivnila výnos z 34 % a srážky výnos ovlivnily negativně z - 22 %. Nepříznivý vliv na výnos měla teplota také v listopadu, naopak příznivý vliv měli v tomto měsíci srážky. V prosinci teplota nemá téměř žádný vztah vůči výnosu oproti srážkám, které ovlivnily výnos negativně.

V následujících dvou grafech je znázorněno, jak ovlivňuje výnos řepky v celé České republice odchylka teplot a množství úhrnu srážek.



Graf č. 25: Analýza odchylky teploty vzduchu v letním období a odchylky výnosu ozimé řepky v letech 1961 – 2015 v České republice.

K nárůstu výnosu i při vysoké teplotě došlo v letech 2004, 2014 a 2007. Naopak k poklesu výnosu při vysoké teplotě došlo v letech 2003, 1982, 20012 a 2012. Nízká teplota způsobila nárůst výnosu v letech 1970 a 1985 a pokles výnosu v roce 1963.



Graf č. 26: Analýza odchylky množství úhrnu srážek (%) v letním období a odchylky výnosu ozimé řepky v letech 1961 – 2015 v České republice.

K nárůstu výnosu v souvislosti s velkým množstvím srážek došlo v letech 2004, 1970, 1985, 2007 a 2014. Oproti tomu pokles výnosu při velkém množství srážek nastal v letech 1963, 1982, 2002, 2003 a 2012.

6 Diskuze

Cílem této práce bylo zaměřit se na vyhodnocení závislosti výnosu řepky ozimé na povětrnostních podmínkách ve vegetačním období. Při porovnání výnosu ve Středočeském kraji a ČR byly zanedbávány vlivy odrůdy a půdní podmínky.

Špaldon a kol. (1982) tvrdí, že předpokladem vysokých výnosů semena ozimé řepky je dobré přezimování. Vyzimování rostlin by mělo být minimální. Vyzimování rostlin může na rozdíl od vymrznutí způsobit mnoho různých činitelů. Hlavní činitelé, kteří způsobují vyzimování porostů řepky patří:

- extrémně nízké teploty během zimy (hlavně holomrazy),
- střídání nízkých a vyšších teplot, zejména v předjaří,
- vymáčení a vyhnití rostlin na zamokřených pozemcích při jarním tání sněhu,
- porušení kořenové soustavy vlivem změn objemu půdy při střídání teplot,
- oslabení rostlin vlivem chorob a škůdců,
- spásení porostů zvěří nebo poškození drobnými hlodavci.

Baranyk, Fábry a kol. (2007) uvádějí, že včasný nástup jarní vegetace, poměrně nízké teploty vzduchu a dostatek vláhy podporují rychlejší růst listové plochy a poměrně pozdější přechod do generativní fáze. To jsou jedny z hlavních výnosotvorných vlivů počasí. Naopak pozdní zahájení vegetace a nástup relativně vysokých teplot při nedostatku vláhy podstatně snižuje počet plodných větví, a tím i šesulí. Dále bylo zjištěno, že vysokého výnosu se dosáhne při dlouhém období kvetení přibližně 29 – 31 dnů a pomalém dozrávání. To nastává při relativně nízkých průměrných denních teplotách vzduchu (11,7 °C) v době květu a ke konci dozrávání. Příčinou redukce dvou významných výnosotvorných prvků – počtu semen v šesuli a hmotnost tisíce semen je nedostatek vláhy v období kvetení a dozrávání.

Makowski a Röhl (2013) popisují, že tvorba výnosu podléhá působení více faktorů např. klimatu, počasí, půdě, šlechtění a výrobní technologii. Kvantifikovat vliv jednotlivých faktorů je velmi obtížné. Proto může být vliv klimatu překryt vlivem jiných faktorů.

Podle Petra a kol. (1987) působí na výnos z vlivu prostředí hlavně půdní a klimatické podmínky a výkonnost výnosů je podmíněna genetickým potenciálem odrůdy, podmínkami prostředí, způsobem pěstování a omezením faktorů, redukující výnos.

Field a kol. (2014) tvrdí, že potenciální distribuce řepky se zvýší v severní Evropě od roku 2080, v důsledku zvyšujících se teplot a v jižní Evropě dojde ke snížení v důsledku zvýšené četnosti sucha.

Středa, Středová a Rožnovský (2013) uvádějí, že výzkumu vlivu změny klimatu na rostlinnou produkci v České republice se věnovalo několik vědeckých projektů, které byly tématicky zaměřeny především na hodnocení a eliminaci dopadů stresů – zejména sucha a teplotních extrémů. Dále tvrdí, že mimo jiné bylo prokázáno, že za posledních dvacet let se prodloužilo vegetační období o 15 – 25 dní, což s sebou přináší i rostoucí riziko výskytu vegetačních mrazů a holomrazů. Příkladem jsou květnové mrazy v roce 2012.

Špaldon a kol. (1982) tvrdí, že nepříznivě na řepku působí dlouhotrvající sucho na podzim nebo na jaře. Vyžaduje rovnoměrně rozložené srážky během vegetace. Je – li podzim příliš vlhký, vytvářejí se křehká vodnatá pletiva, která se snadno poškodí mrazem. Nadměrné srážky v době kvetení brání úspěšnému opylení rostlin a snižují výnos semen. Jestliže nastanou dlouhotrvající sucha v období tvorby semen, dochází k zasychání šesulí, semena se scvrkávají a jsou drobná. Obvykle se i více šíří škůdci.

U ozimů vzrůstá úměrně riziko poškození abiotickými i biotickými škodlivými činiteli, vzhledem k nutnosti jejich přezimování a délce vegetace. Zejména se jedná z pohledu vlivu počasí o sucho nebo nadměrné vlhko při předset'ové přípravě, setí a vzcházení, holomrazy nebo kolísání teplot v zimě a předjaří (Středa, Středová a Rožnovský, 2013).

O vliv průběhu počasí na přezimování a následně výnos ozimých plodin byl zvýšený zájem zaznamenán především po hospodářském roce 2002/2003, kdy zaorávky ozimů činily v průměru 20 %, dokonce u řepky ozimé v některých regionech až 80 %. Příčinou bylo především nepříznivé počasí a související problémy při zakládání porostů, holomrazy a výrazné střídání teplot v zimním období.

Středa, Středová a Rožnovský (2013) poukazují na proces otužování, kterým si ozimé plodiny prochází v průběhu nástupu zimy a nízkých teplot. Nejcitlivější jsou ty části rostliny, které rostou, v případě náhlého snížení teplot, když není rostlina otužená. Neznamená to však vážné důsledky pro další vývoj porostu, pokud nedojde k poškození vegetačního vrcholu.

Nedoceněnou a opomíjenou veličinou při hodnocení vlivu změny klimatu na rostlinnou produkci je sněhová pokrývka a její parametry. Díky tomu, že sněhová pokrývka působí jako přírodní izolátor, může být teplota pod sněhem i o desítky stupňů Celsia vyšší než okolní teplota. Tento termoizolační efekt sněhové pokrývky se projevil například během tuhé zimy v letech 2005 – 2006, kdy bylo i přes velice nízké teploty docíleno v ČR rekordních výnosů zejména řepky ozimé.

7 Závěr

V této práci byl zpracován přehled extrémních meteorologických jevů (sucho, nadměrné množství srážek, silné mrazy, absence sněhové pokrývky), které působí na výnosy řepky ozimé. Jako rizikové a nebezpečné se v průběhu pěstování řepky se projeví tyto jevy:

- v měsíci srpnu především sucho při předset'ové přípravě půdy, při setí a vzcházení,
- na počátku vegetace během srpna a září, nedostatek srážek, který vedl k redukci počtu rostlin,
- spolu s teplým podzimem nadměrné množství srážek, které vede k nadměrné tvorbě biomasy,
- v období od prosince do března střídání relativně teplých a studených období,
- teplý a vlhký podzim a v prosinci až únoru silné mrazy, při absenci sněhové pokrývky,
- sucho na počátku vegetace v jarním období,
- v období květu deštivé a chladné počasí.

Úroveň výnosotvorných prvků není ovlivněna jen výše uvedenými jevy ale je podmíněna genotypem odrůdy, často ovšem překrytým v důsledku ovlivnění ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou. V konkrétních podmínkách je uplatnění výnosotvorných prvků limitováno světelnými podmínkami, výživou, reakcí odrůd na faktory redukující výnos apod. Vzhledem k začínajícím změnám klimatu, jsou podle současných poznatků odvozeny pro produkci ozimé řepky následující požadavky:

- aby se více využilo prodloužené fáze tvorby semen, doporučuje se šlechtění odrůd s delší vegetační dobou,
- k vyrovnání dopadů poklesu srážek v letním období, tvorba odrůd s vyšší tolerancí k suchu,
- rozšíření a zlepšení odolnosti vůči houbovým patogenům,
- aby se zabránilo předčasnému přechodu z vegetativní do generativní fáze před začátkem zimního klidu, je vhodnější pozdější setí vhodných odrůd,
- více se zaměřit na výzkum výskytu chorob a škůdců,
- další vývoj systémů zpracování půdy, které šetří vodu.

Závěrem lze říci, že počasí patří zdánlivě k faktorům, které jsou neovlivnitelné, a proto zasluhuje zvláštní pozornost. Zařazení výnosnější odrůdy, zvýšení technologické kázně a účelně volené vklady bezesporu stabilitu výnosů zvyšují. Tím klesá podíl faktorů, které lze ovlivnit a relativně stoupá podíl faktorů, které nelze ovlivnit tj. ekologických.

8 Zdroje

- Bachmair, S., Stahl, K., Collins, K., Hannaford, J., Acreman, M., Svoboda, M., Crossman, N. D. 2016. Drought indicators revisited: the need for a wider consideration of environment and society. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 3(4), 516-536.
- Baranyk, P. 2002. *Základy pěstování řepky ozimé*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 31 s. ISBN: 80-7105-124-1.
- Baranyk, P. 2005. *Řepka olejka v českém zemědělství: komplexní pěstitelská technologie*. SPZO s.r.o. Praha. 161 s. ISBN: 80-903464-3-X.
- Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V., 2007. *Řepka ozimá – pěstitelský rádce*. Kurent s.r.o. České Budějovice. 56 s. ISBN: 978-80-87111-05-5.
- Bittner, V. 2006. *Škodlivé organismy řepky: abiotické poškození, choroby, škůdci*. Agro. Hradec Králové. 54 s. ISBN: 80-903764-0-1.
- Bláha, L. 2011. Znaky adaptability k podmínkám stresu u zemědělských plodin. In: Salaš, P. (ed.): *Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu. Úroda - vědecká příloha*. Praha. S. 726 – 735. ISSN: 0139-6013.
- Bláha, L., Vyvadilová, M. 2012. *Metodika testování vlastností semen a klíčnicích rostlin na odolnost vůči fyzikálním stresorům pro selekci genetických zdrojů řepky ozimé*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 16 s. ISBN: 978-80-7427-130-4.
- Brázdil R, Trnka M, Řezníčková L, Balek J, Bartošová L, Bičík I, Cudlín P, Čermák P, Dobrovolný P, Dubrovský M, Farda A, Hanel M, Hladík J, Hlavinka P, Janský B, Ježík P, Klem K, Kocum J, Kolář T, Kotyza O, Kyncl T, Krkoška Lorencová E, Macků J, Mikšovský J, Možný M, Muzikář R, Novotný I, Pártl A, Pařil P, Pokorný R, Rybníček M, Semerádová D, Soukalová E, Stachoň Z, Štěpánek P, Štych P, Tremel P, Urban O, Vačkář D, Valášek H, Vizina A, Vlnas R, Vopravil J, Zahradníček P, Žalud Z. 2015. *Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost (Drought in the Czech Lands: past, present and future)*. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno, 402 pp. ISBN 978-80-87902-11-0.

- Čech, P. 2008. Stresové faktory při pěstování ozimé řepky, agrotechnické možnosti jejich zmírnění či eliminace. Listy olejnin. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 2 (1).
- Český hydrometeorologický ústav. 2011. Zpřesnění dosavadních dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství, a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Praha. 39 – 45.
- Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.). IPCC. 2014. Summary for Policymakers and Technical Summary, In: *Climate Change 2014, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Gunstone, F. D. (2004). *Rapeseed and canola oil: production, processing, properties and uses*. CRC Press.
- Hlavinka, P., Kersebaum, K. C., Dubrovský, M., Fischer, M., Pohanková, E., Balek, J., & Trnka, M. (2015). Water balance, drought stress and yields for rainfed field crop rotations under present and future conditions in the Czech Republic. *Climate Research*, 65, 175-192.
- Champolivier, L., & Merrien, A. (1996). Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. var. *oleifera* on yield, yield components and seed quality. *European Journal of Agronomy*, 5(3), 153-160.
- Karpenstein-Machan, M., Buttler, V., Auswirkungen, Ch. 2012. Klimawandels auf die Phänologie landwirtschaftlicher Kulturen in Niedersachsen. In: *Berichte über Landwirtschaft* 90 (3). 335-354.
- Klabzuba, J., Kožnarová, V. 2007. Možnosti použití standardních klimatologických charakteristik pro agrometeorologické účely. In: „*Bioclimatology and natural hazards*“

International Scientific Conference. Poľana nad Detvou. Slovakia. September 17. 17 – 20.

Kulovaná, E. Mrazuvzdornost a přezimování řepky [online]. 17. ledna 2002 [cit 2010-11-23]. Dostupné z <<http://uroda.cz/mrazuvzdornost-a-prezimovani-repky/>>.

Makowski, N., Röhl, W. 2013. Response of Rapeseed on beginning Climatic Change. In: Sborník z konference „Prosperující olejniny“. Aula ČZU. Větrný Jeníkov. 10 – 12. ISBN: 978-80-213-2420-6.

MALARZ, Władysław, Marcin KOZAK, and Andrzej KOTECKI. 2007. Reaction of winter rape cultivars on different intensity of growing. In: Sborník z konference „prosperující olejniny“. 36-39.

Masarovičová, E., Malovcová, L., Sekerková, M., Babulicová, M., 2014. Charakteristika repky olejky z hlediska pestovatelských a klimatických podmínek. In: Příspěvky k problematice zemědělského pokusnictví. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Praha. 70 – 101. ISBN: 978-80-7394-460-5.

Ministerstvo zemědělství. 2011. Zemědělství a změna klimatu. Praha. 26 s. ISBN: 978-80-7084-932-3.

Ministerstvo zemědělství. 2014. Český venkov a zemědělství v podmínkách měnícího se podnebí. Přizpůsobení českého zemědělství a venkova na dopady změny klimatu. Praha. 24 s.

Ministerstvo životního prostředí. 2015. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Praha. 30 – 36.

Petr, J. Počasí a výnosy. 1987. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 365 s.

Potměšilová, J., Adamec, J. 2002. Situační a výhledová zpráva – olejniny. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. ISBN: 80-7084-227-X.

Potměšilová, J., Adamec, J. 2004. Situační a výhledová zpráva – olejniny. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. ISBN 80-7084-258-X.

- Potopová, V., Štěpánek, P., Možný M., Türkott, L., Soukup, J., 2015. Performance of the standardized precipitation evapotranspiration index at various lags for agricultural drought risk assessment in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*. 202. 26 – 38.
- Prášil, I., T., Urban, M., Musilová, J., Vítámvás, P., Kosová, K., 2015. Klimatická změna a odolnost genofondu obilnin a řepky vůči abiotickým stresům. In: *Genetické zdroje rostlin a změna klimatu*. Ministerstvo zemědělství. Praha. 36 – 38. ISBN: 978-80-7434-249-3.
- Pretel J. Metelka L. Novický O., Daňhelka J. Rožnovský J. Janouš D. 2011: Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření (Technické shrnutí výsledků řešení projektu VaV SP/1a6/108/07 v letech 2007 – 2011). Český hydrometeorologický ústav, Praha
- Reitschläger, D., J., Šerá, B., Hájková, L. 2014. Fenologické fáze zemědělských plodin ve vztahu k vědecko – výzkumné činnosti. In: *Příspěvky k problematice zemědělského pokusnictví*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Praha. 70 – 101. ISBN: 978-80-7394-460-5.
- Situační a výhledová zpráva olejnin. 2000-2016. Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN: 978-80-7084-982-8.
- Spáčilová, B., Středová, H., Středa, T., 2014. Dopady měnícího se klimatu na zemědělskou produkci. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 51 s. ISBN: 978-80-7509-124-6.
- Středa, T., Středová, H., Rožnovský, J., Vývoj klimatu (včetně scénářů), faktický a potenciální vliv na výnos a kvalitu plodin. *Metodika pro zemědělské poradce*. 2013.
- Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. 2015. Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2015/16 – seznam doporučených odrůd. Praha. 36 s. ISBN: 978-80-87065-59-4.
- Sypták, K. 2008. Jarní inventarizace ozimé řepky. *Listy olejnin*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 2 (2).

- Sypták, K. 2008. Vyzimování řepky. Listy olejnin. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 2 (2).
- Štěpánek, P. Odrůdy ozimé řepky na českém trhu v roce 2016 [online]. 20. května 2016 [cit 2016-11-15]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/odrudy-ozime-repky-na-ceskem-trhu-v-roce-2016>>.
- Trnka, M., Bartošová, L., Hlavinka, P., Semerádová, D., Svobodová, E., Štěpánek, P., Zahradníček, P., Žalud, Z. 2015. Změna klimatu. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 183 s. ISBN: 978-80-7509-286-1.
- Trnka, M., Brázdil, R., Hlavinka, P., Semerádová, D., Možný, M., Štěpánek, P., Dobrovolný, P., Eitzinger, J., Žalud, Z. 2009. Hydrometeorologické extrémny. In: Změna klimatu a České zemědělství – dopady a adaptace. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 84 – 90. ISBN: 978-80-7375-369-6.