

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Vliv rizikových meteorologických faktorů na produkci
brambor v ČR a možnosti jejich ekologického pěstování**

Diplomová práce

Autor práce: Hájková Tereza

Obor studia: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: doc. Dr. Mgr. Vera Potopová

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Vliv rizikových meteorologických faktorů na produkci brambor v ČR a možnosti jejich ekologického pěstování jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.7.2020 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Dr. Mgr. Vera Potopové za vedení mojí diplomové práce. Svému strýcovi a tetě za pomoc při sběru dat a možnost provádět praktickou část pěstování brambor na jejich poli. Dále kontrolním organizacím a ČHMÚ za ochotu poskytovat historická data v oblasti klimatologie a pěstování brambor v ekologickém zemědělství.

Vliv rizikových meteorologických faktorů na produkci brambor v ČR a možnosti jejich ekologického pěstování

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením závislosti jednotlivých rizikových meteorologických faktorů na produkci brambor na Vysočině při jejich konvenčním (KZ) a ekologickém (EZ) pěstování za posledních 17 let (2002-2018). Odhad dopadů extrémních teplot vzduchu a srážek na výnos brambor bylo prováděno s využitím lineárního a multilineárního regresního modelu. Jako vstupní data do modelů byly použity informace o produkčních parametrech (průměrné výnosy brambor a osevňovací plochy všech okresů na Vysočině a denní meteorologická data ze stanice Přebyslav (úhrn srážek, minimální a maximální teplota vzduchu). Klimadiagramy s využitím denních maximálních a minimálních teplot vzduchu, průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek byl sestaven během fenologické fáze růstu brambor.

Porovnání lineárního typu trendu výnosu brambor v KZ a EZ se ukázalo, že průměrný výnos biobrambor klesl a osevňovací plochy stoupají, naopak ubývá osevňovacích ploch konvenční brambor a roste hektarový výnos. Výnosy brambor v ekologickém zemědělství jsou nižší, než v konvenčním způsobu hospodaření průměrně o 40 %. Z výsledků regresního modelu je patrné, že vyšší měsíční teploty vzduchu negativně působí na výnos brambor v druhé části vegetačního období, podobné aspekty vidíme jak v ekologickém, tak v konvenčním režimu ($-0,11 < r < -0,61$). I v případě výrazného růstu minimální teploty vzduchu byl pozorován pokles výnosů, zejména v měsíci květen, červen a červenec ($-0,31 < r < -0,46$). V červnu, množství srážek ovlivňuje výnos z 30,70 % u EZ a 22,22 % u KZ. Naměřené hodnoty za sledované období dokazují, že množství srážek více ovlivňuje výsledný výnos u ekologického zemědělství.

Z multilineárního modelu vyplývá, že větší ztráty, a tudíž i nižší výnos brambor je na ekologicky obhospodařovaných plochách. Je to z důvodu nepoužívání pesticidních látek, které jsou prokázány jako látky pro náš organismus škodlivé. Může tedy docházet k většímu napadení škůdci, především požirem listů od mandelinky bramborové.

Klíčová slova: změna klimatu, adaptace, brambory, výnos, historie pěstování, meteorologické extrémny

Effect of risk meteorological factors on potato production in the Czech Republic and possibilities of their ecological cultivation

Summary

This master thesis deals with the evaluation of the dependence of individual risk meteorological factors on the production of potatoes in the Vysočina region during their conventional (KZ) and ecological (EZ) cultivation for the last 17 years (2002-2018). The estimation of the effects of extreme air temperatures and precipitation on potato yield was performed using the linear and multilinear regression models. Information on production parameters (average yields of potatoes and sown areas of all districts in the Vysočina region) and daily meteorological data from the Přebyslav station (total precipitation, minimum and maximum air temperature) were used as input data to the models. The average air temperature and the total precipitation were compiled during the phenological phase of potato growth.

A comparison of the linear type of the trend of potato yield in KZ and EZ showed that the average yield of organic potatoes decreased and the sown areas increase, on the contrary, the sown areas of conventional potatoes decrease and the yield per hectare increases. Yields of potatoes in organic farming are lower than in the conventional way of farming by an average of 40%. The results of regression models show that higher monthly air temperatures have a negative effect on potato yield in the second part of the growing season, similar aspects are seen in both the ecological and conventional regimes ($-0.11 < r < -0.61$). Even in the case of a significant increase in the minimum air temperature, a decrease in yields was observed, especially in May, June and July ($-0.31 < r < -0.46$). In June, the amount of precipitation affects the yield of 30.70% for organic farming and 22.22% for conventional farming. The measured values for the observed period prove that the amount of precipitation has a greater effect on the resulting yield in organic farming.

The multilinear models showed that greater losses, and therefore lower potato yields, are on organically farmed areas. This is due to the non-use of pesticides, which are proven to be harmful to our bodies. Thus, there may be a greater infestation by pests, especially by eating the leaf from the potato beetle.

Keywords: climate change, adaptation, potatoes, yield, growing history, weather extremes

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
2.1	Hypotézy	2
2.2	Cíl práce	2
3	Historie a současnost pěstování brambor.....	3
3.1	Historie pěstování biobrambor.....	4
3.2	Zemědělské výrobní oblasti České republiky	5
3.2.1	Bramborářská výrobní oblast.....	5
3.3	Význam, využití a rozdělení okopanin.....	6
3.3.1	Význam okopanin v zemědělství.....	6
3.3.2	Využití brambor.....	6
3.3.3	Rozdíly mezi konvenčními a biobrambory.....	6
3.4	Fenologické fáze růstu bramboru.....	7
3.5	Výnosotvorné prvky.....	9
3.5.1	Počet rostlin na jednotce plochy	10
3.5.2	Počet stonků na jednotce plochy.....	10
3.5.3	Počet hlíz.....	10
3.5.4	Hmotnost hlíz.....	10
3.6	Rizikové faktory, které ovlivňují růst brambor v ČR	11
3.6.1	Nároky na prostředí	11
3.6.2	Agrotechnika a hnojení	12
3.6.3	Osevní postup	13
3.6.4	Druh produkce a odrůdy v ekologickém zemědělství	14
3.6.5	Doba trvání slunečního svitu	15
3.6.6	Úhrn srážek během vegetace	16
3.6.7	Vliv vysokých teplot.....	17
3.6.8	Vliv nízkých teplot.....	19
3.7	Nejvýznamější choroba a škůdce bramboru	19
3.7.1	Plíseň bramborová	19
3.7.2	Mandelinka bramborová.....	20
3.8	Adaptace v zemědělství na změnu klimatu.....	21
4	Data a Metody.....	23
4.1	Data	23
4.2	Aplikace klimaticko-statistický modelů v hodnocení dopadu extrémních meteorologických jevů na výnos brambor	23
4.2.1	Lineární a multilineární regresní modely.....	23
4.2.2	Kvalita regresních modelů	24

4.3	Polní pokus.....	25
5	Výsledky	27
5.1.1	Změny extrémních teplot a srážek za sledované období	27
5.1.2	Vyhodnocení lineárního trendu	31
5.1.3	Parametry modelu pro vliv teploty vzduchu a úhrnu srážek na výnos	32
5.1.4	Odhad dopadů extrémních teplot vzduchu a srážek na výnos brambor s využitím multilineárního regresního modelu.....	37
5.1.5	Vyhodnocení polního pokusu	38
6	Diskuze.....	40
7	Závěr	43
8	Literatura.....	44
9	Elektronické zdroje	48
10	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

Brambory jsou významnou součástí lidské výživy. Roční spotřeba v České republice je odhadována kolem 62 kg na jednoho obyvatele. Většina spotřeby pochází z konvenční produkce brambor a jen malou část představují brambory z ekologického pěstování (Diviš 2012). Tato plodina byla dovezená do Evropy roku 1565 z Peru přes Španělsko (*Solanum andigenum*). Na území Čech jsou dochovány první záznamy o polním pěstování brambor až z poloviny 17. století. Větší rozšíření ploch se však uvádí až od počátku 19. století, kdy brambory patřily mezi základní potraviny. Největší rozsah pěstování brambor byl u nás zaznamenán před druhou světovou válkou, kdy maximální plocha byla 500 000 ha. V poválečném období docházelo u nás postupně ke snižování ploch i jejich produkce (na začátku 60. let plocha necelých 400 000 ha, začátkem 90. let 110 000 ha). Hlavní příčiny poklesu ploch a produkce souvisejí se změnou užití brambor. V důsledku změny technologie krmení prasat a drůbeže se postupně přestaly pěstovat krmné brambory. Výrazně poklesla i spotřeba konzumních brambor na obyvatele. V současné době jsou zaznamenány plochy pro pěstování brambor na 22 889 hektarech (2018). Oproti roku 1920 má tendenci klesající, kdy byli pěstováni na ploše 391 125 ha (Český statistický úřad 2018). Roli tohoto poklesu může hrát cena výkupu konvenčních i bio brambor či vliv negativních meteorologických podmínek v České republice především výskytu vyšších teplot a úhrn srážek, které jsou nerovnoměrně rozloženy během vegetace bramboru. V předešlých letech zejména tedy roku 2018, bylo zaznamenáno extrémní sucho na území Českého i Evropské unie, které se podepsalo na výnosu brambor. Museli tak být dovaženy ze zahraničí a jejich cena na trhu rapidně stoupla.

Z počátku vegetace brambory poměrně pomalu rostou, a proto je nezbytné jejich pravidelné ošetřování mezi řádky a v řádku. Na rozdíl od obilnin nemají schopnost odnožovat. Na počátku jejich ontogenetického vývoje tedy nemohou rychle nahradit nedostatečný počet vzešlých rostlin a zvýšit jejich hustotu v pěstitelském porostu. Proto vyžadují včasné a přesné založení, s optimálním počtem rostlin a rozmístěním rostlin v řádku.

Počasí patří k základním faktorům tvorby výnosu. Srážkové i teplotní poměry vytvářejí prostředí k tvorbě výnosu, specifické pro dané podmínky. Kritické období z hlediska požadavků na vlhkost půdy je od nasazování hlíz až do sklizně. Rané brambory by neměly trpět vláhovým deficitem ani jeden den v průběhu vegetačního období. Na druhé straně je potřeba zajistit, aby nedošlo k převlazení a narušení správného poměru vody a vzduchu v půdě.

Dostatečně zavlažený porost má zároveň i vyšší hmotnost a velikosti hlíz a jejich vyšší počet v trsu. Naproti tomu se vzrůstajícími závlahovými dávkami klesá obsah škrobu a sušiny. Důležité je také vybírat odolné odrůdy a vhodné pozemky, kde hrozí menší riziko ztrát (Novotný et al. 1990).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Hypotézy

H1: Statistický regresní model ilustruje silnou závislost výnosu brambor na srážkových charakteristikách.

H2: Zvýšení rizika výskytu nebezpečných meteorologických jevů v rámci klimatické změny má vliv na ekologické pěstování brambor v ČR.

2.2 Cíl práce

Cílem práce bude vyhodnotit vliv jednotlivých rizikových meteorologických faktorů na produkci brambor v ČR při jejich konvenčním pěstování. Dále popsat možnosti a perspektivu jejich ekologického pěstování v klimatických podmínkách ČR. Práce bude dále zahrnovat statistické zhodnocení, který meteorologický jev nejvíce ovlivňuje výnos.

3 Historie a současnost pěstování brambor

Brambory byly do Evropy dovezeny v druhé polovině 16. století z Peru. Trvalo ale ještě přes 200 let, než se začaly pomalu rozšiřovat jako lidská potravina. Z počátku se jimy zkrmovaly pouze hospodářská zvířata. K jejich rozšíření přispěly především války, hlad a neúroda obilí. V druhé polovině 18. století se už bramborům věnovala náležitá pozornost, protože dokázaly rychle a levně nasycit vojáky i oběti. V první polovině 19. století se začali využívat pro českou kuchyni (Čepl 2012).

Kutnar (1963) uvádí, že se brambory v průběhu 17. století v Čechách udomácnily nejdříve jako okrasná rostlina klášterních, šlechtických a měšťanských zahrad. Zpočátku byly vzácnou plodinou a pouhým doplňkem jídla v kuchyních vyšších společenských tříd, kde doplňovaly zeleninu. Vltavotýnský měšťan Jan Braun, který u nás v roce 1770 napsal ve Vlastenecko-hospodářské společnosti první naše pojednání o bramborách a jejich pěstování, byl také úspěšně hospodařícím rolníkem. Je třeba, aby byly brambory chráněny před vodou a silnými mrazy. V sedmdesátých letech 18. století brambory zabíraly postupně další plochy půdy a brambory se tak staly novou plodinou prostých lidí. Jejich název navazuje na naše nejstarší pojmenování „zemské jablko“, které se objevilo již v pramenech ze 17. století. K tomuto společnému základu ukazují, názvy zemče, zemňák, zemčátko, zemník a jablůško. Kutnar (1963) uvádí, že je pravděpodobné a skoro jisté, že jejich název souvisí spíše s výrazem bamboly, což bylo staré označení pro hlízy a přimykalo se svým významem k jejich kulovitému tvaru. Vznikla tak časová řada slov a výslovnosti: bambol-blambol-brambor. Nejstarší pojmenování „brambory“ je podle dostupných pramenů již ze šedesátých let 18. století (1760) a pochází zřejmě ze středočeské oblasti berounské. Kdyby souvisel název brambor s Branibory, jak se podle některých autorů také někdy uvádí, tak by se podle tohoto předpokladu měl objevovat jejich název hlavně v krajinách, které byly v období tří slezských válek nejčastěji obsazeny Prusy-Branibory.

Novodobá historie se začala psát před třiceti lety. Došlo k velmi podstatným změnám. Změnila se odrůdová skladba, jiný je způsob pěstování i prodeje. Poklesly také celkové plochy brambor, které se přestaly používat ke krmení, omezilo se jejich průmyslové zpracování na škrob a líh. V devadesátých letech se ale způsob prodeje rychle měnil. Brambory se začaly v obchodech nabízet myté nebo kartáčované a balené již v rámci posklizňové úpravy na specializovaných baličkách, nejčastěji ve dvou nebo pětakilových sáčcích nebo sítká a tomu tak je i do současnosti (Čepl a kol. 2012).

Rychlé změny nastaly v odrůdové skladbě, zatímco dříve jsme mívali na čtyřicet odrůd všech užitkových směrů, po devadesátých letech, zejména díky německým a holandským firmám, se jejich počet blíží k sto padesáti. Navíc, po vstupu do EU, kdy platí tzv. společný katalog odrůd, je možné se setkat s více než patnácti sty odrůdami. V České republice zaujímá kolem 10 odrůd na celkové plochy.

Tabulka č. 1 Celkové plochy a výnosy brambor v ČR rok 1960-1993 (zdroj: portál ČHMÚ).

Rok	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993
Plocha (ha)	391331	302260	229301	165978	130043	127781	109664	113858	110726	102816
výnos	9,31	9,99	16,91	15,76	15,03	21	16,06	18,03	17,82	23,3

3.1 Historie pěstování biobrambor

Ekologické zemědělství je definováno v zákoně č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství. Tento způsob zemědělství se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat v souladu s požadavky zvláštního právního předpisu (Parlament ČR 2000).

První zmínka o pěstování brambor ekologicky byli v roce 1985-1987 v Československu (Šarapatka et al. 2006). Zásadní posun ve vývoji ekologického zemědělství znamenal rok 1990. V tomto roce byly uvolněny první finanční prostředky na podporu vzniku ekologicky hospodařících podniků. Rozhodnutí Ministerstva zemědělství České republiky zrušit dotace způsobilo v letech 1993-1996 stagnaci ploch, ale zároveň mělo pozitivní vliv na kvalitativní rozvoj ekologického zemědělství. Biopotraviny byli od roku 1994 pod ochrannou známkou, a to zejména z důvodů marketingu a zviditelnění produkce na veřejnosti. Posledními důležitými kroky pak byl rok 1998, kdy došlo k obnovení finanční podpory pro ekologické farmáře a v roce 1999 vzniku nezávislé kontrolní organizace K.E.Z o.p.s., která je zárukou dodržování přísných pravidel ekologického hospodaření a která funguje dodnes. Ke schválení zmiňovaného zákona o ekologickém zemědělství došlo v roce 2000. Tento zákon stanovuje pravidla pro pěstování rostlin a chov hospodářských zvířat, dále pak pro zpracování, dovoz, vývoz a označování bioproduktů a biopotravin.

Během několika let se ekologické zemědělství značně rozšířilo, a to díky podpurným programům Evropské unie. V roce 1990 byly v České republice registrovány pouze 3 podniky ekologicky hospodařící na celkové ploše 480 hektarů, v roce 2017 hospodařilo ekologickým způsobem již téměř 4 400 zemědělců na 4 399 farmách o celkové výměře přes 520 000 hektarů. To představuje 12,37% podíl na celkové výměře zemědělské půdy České republiky. Došlo tak k nejintenzivnějšímu nárůstu plochy v EZ od roku 2011. Průměrná velikost ekofarmy v roce 2017 činila 118 hektarů, a ačkoli každoročně klesá, stále máme v EU průměrně třetí největší ekofarmy. Za posledních deset let vzrostla výměra 1,7krát z původních 312 000 hektarů v roce 2007 a počet farem stoupl více než trojnásobně. Plocha brambor i jejich produkce v ekologickém zemědělství zaznamenávají výkyvy a včetně farem v přechodném období podle statistického šetření ekologického zemědělství v roce 2010 činily 228 ha a 2482 tun.

K 31. 12. 2018 hospodařilo ekologicky 4 606 ekofarem (cca 9,5 % zemědělských podniků v ČR) na celkové výměře 538 223 ha, což představuje 12,8% podíl na celkové výměře zemědělské půdy ČR. Za posledních deset let vzrostla výměra 1,6krát z původních 341 tis. ha v roce 2008 a počet farem stoupl více než dvojnásobně (z 1 946 v roce 2008).

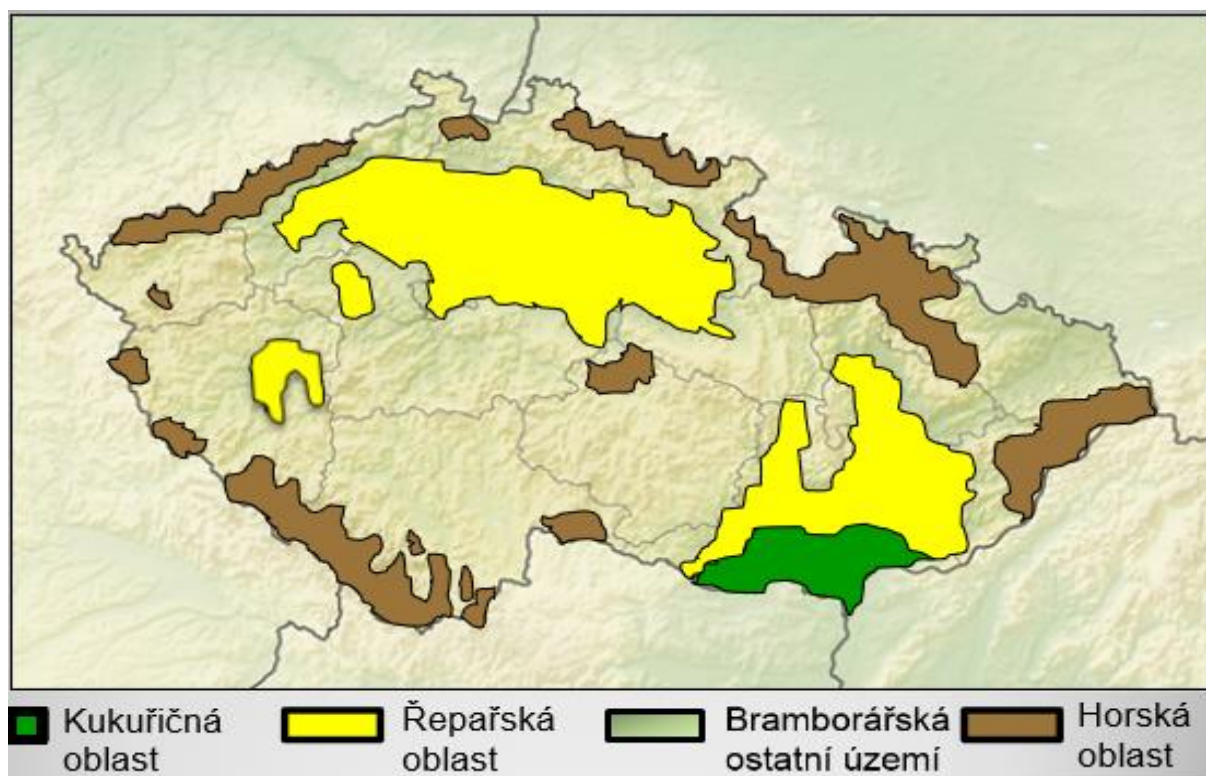
Ekologické zemědělství je dnes v ČR stabilizovaný zemědělský systém, který je státem podporován a je dobrou alternativou vývoje zemědělství v ČR do budoucnosti (Václavík 2005).

3.2 Zemědělské výrobní oblasti České republiky

Zemědělskou výrobní oblastí se rozumí rozdělení území na oblasti podle možností využití dané lokality zemědělskou výrobou a na základě přírodních podmínek. Toto hodnocení zahrnuje oblasti se stejnou nadmořskou výškou, odpovídajícími půdními typy, průměrnými ročními teplotami vzduchu a ročním úhrnem dešťových srážek. Od roku 2003 byly z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů území vymezeny čtyři výrobní oblasti a jedenáct podoblastí. Oblast kukuřičná, řepařská, bramborářská, obilnářská a píceňářská (Tyšer 2015).

3.2.1 Bramborářská výrobní oblast

Na území České republiky pěstujeme brambory především v bramborářské výrobní oblasti. Ta se rozprostírá z 90 % na území Českomoravské vrchoviny a středočeské pahorkatiny a je tedy tou nejrozšířenější na našem území ČR. Tato oblast se pohybuje mezi 400-650 m nad mořem. Reliéf této oblasti je středně zvlněný až silně svažité. Rozkládá se na území Benešova, Havlíčkova Brodu, Jihlavi, Jindřichův Hradec, Klatovy, Pelhřimov, Příbram, Strakonice, Tábor a Třebíč. V této oblasti se pěstují především konzumní, průmyslové a sadbové brambory, krmné obilniny, řepka a len. Půdy jsou zde úrodné hlinitopísčité až písčitohlinité půdy s nižším podílem mělkých a silně skeletovitých půd. Půdní typ jsou především hnědé půdy, hnědé půdy podzolové a hnědé půdy kyselé. Z 5-30 % je zde výskyt suchých vegetačních období. Průměrně zde napadne 550-900 mm srážek s teplotou 5-8 °C (Čerba 2004).



Obrázek 1. Zemědělské výrobní oblasti v České republice (autor: Šafářová 2018).

3.3 Význam, využití a rozdělení okopanin

3.3.1 Význam okopanin v zemědělství

Okopaniny jsou všeobecně řazeny ke zlepšujícím plodinám v rámci osevního postupu. A to zejména proto, že k této skupině plodin jsou aplikována statková hnojiva (chlévský hnůj, kompost, kejda). Pokud sklizeň okopanin neprobíhá za nepříznivého počasí, tak zanechávají půdu v relativně dobrém fyzikálním stavu. Zejména při použití moderních sklízecích strojů. Mají velký význam v soustavě hospodaření na půdě a zlepšování její dlouhodobé úrodnosti.

3.3.2 Využití brambor

Brambory jsou naší základní, vyváženou a zdraví prospěšnou potravinou. Kromě vysokého obsahu polysacharidů, které jsou zdrojem potřebné energie, obsahují také nutričně velmi hodnotné bílkoviny rostlinného původu. Jsou bohatým zdrojem minerálních látek, jako jsou draslík, hořčík, železo a fosfor. Dále obsahují mnoho cenných vitamínů, zejména vitamin C a jsou také bohatým zdrojem antioxidantů preventivně chránících lidský organismus před účinky volných radikálů, které mohou být příčinou vážných a stále častějších civilizačních chorob. I přes poměrně malou plochu, na které jsou okopaniny v ČR pěstovány (brambory cca 30 tis. ha) mají tyto plodiny významnou roli v zajištění a obohacení výživy lidí. Jsou ceněny zejména pro produkci organických látek využitelných ve výživě lidí pro přímý konzum (konzumní brambory) nebo pro zpracování potravinářským průmyslem (průmyslové brambory na výrobu škrobu a lihu).

Brambory by se neměli konzumovat zelené a naklíčené, protože obsahují vysoké množství glykoalkaloidu-solanin, jehož největší koncentrace je pod slupkou a kolem oček. Tohoto alkaloidu se nezbavíme, ani poté, co oloupeme slupku. Při odstranění slupky se odstraní pouze ½ solaninu (Šarapatka 2011).

3.3.3 Rozdíly mezi konvenčními a biobrambory

Jsou tu dva velké důvody, proč volit právě biopotraviny. Ten první je vliv jídla na naše zdraví. Z tohoto důvodu volíme prověřené potraviny a výrobky bez chemie a umělých látek. Druhý důvod je o poznání altruističtější a týká se vlivu zemědělské produkce, výroby potravin a spotřeby energie a zdrojů na životní prostředí. Proto volíme potraviny a výrobky ze systému ekologického zemědělství, které má za cíl udržitelnost a péči o čistou nedrancovanou krajinu i pohodu zvířat.

Brambory, které pocházejí z ekologického zemědělství, jsou drobnější, mají pevnější slupku a kompaktnější dužinu. Tyto vlastnosti zvyšují odolnost hlíz proti mechanickému poškození. Biobrambory se lépe skladují než brambory z konvenční produkce (Hajšlová et al. 2006). Je prokázáno, že kvalitu brambor ovlivňuje jejich skladování. Skladovat by se měli na suchém a chladném místě při teplotě 4-8 °C, typické prostředí jsou např. sklepy, kde jsou brambory zakryty pytlovinou, aby nezelenaly působením světla.

Ekologicky vypěstované brambory mají výrazně vyšší trvanlivost a byly vykázány o 50 % nižší ztráty při skladovatelnosti. Dále obsahují více vitamínu C, k jehož značným ztrátám dochází špatným skladováním nebo nešetrnou kulinářskou úpravou (Maineke & Zhang 1995). Dle studií z víceletého pokusu s různými odrůdami a v různých lokalitách (Německo, Švédsko či Česká republika) mají biobrambory zpravidla vyšší obsah škrobu a výrazně méně dusičnanů než hlízy z konvenční produkce (Schulzová & Hubert 2004). Rozdíl je i v chuti, kdy biobrambory obsahují méně vody proto i koncentrace látek ovlivňujících chuť bývá vyšší. Chuť ale, kromě zemědělského systému, závisí na mnoha dalších faktorech: na textuře, konzistenci, odrůdě, kvalitě půdy, mikro i makroklimatických podmínkách a také na době sklizně a posklizňové péči.

Nejdůležitějším rozdílem je ve způsobu obhospodařování půdy, kdy biobrambory jsou vypěstovány bez použití umělých hnojiv a dalších syntetických chemikálií. Jejich hlízy tak neobsahují rezidua pesticidů, které mohou v lidském organismu vyvolávat nádorové bujení nebo různé alergické reakce či neplodnost i poruchy imunitního systému. Ekozemědělci hnojí půdu kompostem, chlévskou mrvou a dalšími zralými statkovými hnojivy. Rozvoj půdního života podporují zaoráváním mezplodin, tzv. zelené hnojení, dodávající půdě dostatek humusu. Naproti konvenčním zemědělcům, kteří ošetřují brambory během vegetace minimálně 7-9. krát proti plevelům, chorobám a škůdcům (Rybáček et al. 1988).

Posledním ukazatelem je cena. Cena za biobrambory převyšuje odbytovou cenu konvenčního zboží, není však na ní nezávislá. Podléhá nabídce a poptávce, je stabilnější a vyšší než ceny konvenčních brambor. Biobrambory jsou dražší z důvodu ruční práce během pěstování a z důvodu jejich kvality (Diviš et al. 2007).

3.4 Fenologické fáze růstu bramboru

V rámci fenologického pozorování u lilku bramboru jsou dle ČHMÚ pozorovány fenofáze: vzcházení, řádkové zapojení porostu, úplné zapojení porostu, butonizace, počátek kvetení, plný rozkvět, konec kvetení a odumírání nati.

Pokud se jedná o generativním množení bramboru, jde spíše o jarní typ rostliny. Ovšem u vegetativního množení jde o období, kterým musí hlíza projít, aby vyklíčila a vyrostla z ní rostlina bramboru tvořící další nové hlízy. Po sklizni hlíza upadá do takzvané dormance, tedy do klidového období. V této době nevyklíčí, ani pokud jsou k tomu příhodné podmínky (Vokál et al. 2003).

Po probuzení hlízy z klidového stádia, následuje fenologická fáze, kterou rozdělujeme do několika fází: klíčení, vývoj listu, tvorba hlíz, vytváření květenství, kvetení, vývoj bobulí, zrání bobulí a semen a stárnutí, postupné odumírání natě a dozrávání hlíz (Houba et al. 2007). Klíčení se započítává od 0. dne. Desátý den rostlina vzchází, mezi dvacátým a třicátým dnem tvoří rostlina listy a celkový růst. Mezi 40. -50. dnem tvoří poupata a během 60. dne začne kvést. V průměru mezi 60.-70. dnem tvoří bobule a 80. dnem rostlina bramboru zraje a o deset dnů později je rostlina v konzumní zralosti připravena na sklizeň. Růstové fáze bramboru by i v síti polních fenologických stanic ČHMÚ ve sledovaném období 1991 až 2010 nepřetržitě sledován na několika stanicích s různou nadmořskou výškou v rozmezí od 155 do 530 m n. m. Na jednotlivých stanicích se vystřídaly různé odrůdy, a to jak rané, tak pozdní.

Na vybraných stanicích jsou nástupy fenofází velmi vyrovnané, vzcházení nastává v průměru od 26. do 28. května, řádkové zapojení porostu mezi 12. až 16. červnem, počátek kvetení přichází v průměru mezi 30. červnem až 4. červencem a odumírání nati je vymezeno daty 18. a 23. srpnem.

Pentádní teplota vzduchu má u všech fenofází se vzrůstající nadmořskou výškou klesající tendenci, u vzcházení je v rozmezí 13,3 až 14,6 °C, u řádkového zapojení porostu je v rozpětí 15,7 až 17,4 °C, u počátku kvetení se pentádní teplota vzduchu pohybuje od 16,8 do 19,1 °C a u odumírání nati je v rozmezí 16,4 až 18,1 °C. Od sázení po vzcházení uplyne v průměru 25 až 33 dní, od řádkového zapojení porostu do úplného zapojení porostu uběhne 13 až 17 dní, od butonizace po počátek kvetení 4 až 9 dní, samotné kvetení trvá 15 až 17 dní. Vegetační období lilku bramboru trvá v průměru 82 až 89 dní při sumě teploty vzduchu v rozmezí 1325 až 1561 °C, trvání slunečního svitu 603 až 672 hodin a 28,6 až 31,9 dne se srážkovým úhrnem alespoň 1 mm a úhrnu srážek 228 až 261 mm. V dalších fenofázových intervalech byly zaznamenány následující průměrné úhrny srážek: sázení až vzcházení (64 až 69 mm), řádkové zapojení porostu až úplné zapojení porostu (32 až 44 mm), počátek až konec kvetení (60 až 62 mm).

Brambory se v období mezi rokem 1991 až 2010 sázely během 7. dubna až 1. května. Když brambory vzchází (26 až 33 den), tak je jejich nat' citlivá na jarní mrazíky, které ji při -0,5 až -0,8 °C ničí částečně. K úplnému poškození dochází kolem -1 až -2 °C (Kolektiv 1968).

Při klíčení a vzcházení jsou nároky brambor na půdní vláhu malé, protože v tomto období je dostačující voda obsažena v bramborových hlízách. Po vzcházení se potřeba vody zvyšuje. Řádkové zapojení porostu nastává v průměru mezi 27. květnem až 16. červnem, za 12 až 20 dní přichází úplné zapojení porostu. V těchto fenofázových intervalech byl zaznamenán úhrn srážek 30,1 až 43,9 mm. Začátek tvorby hlíz se u většiny odrůd shoduje s termínem nasazení květních pupenů. Intenzivní růst hlíz začíná od začátku kvetení do vadnutí a odumírání nati.

Butonizace nastupuje kolem 6. až 26. červnem a počátek kvetení mezi 11. červem a 4. červencem, kdy kvetení trvá 15-18 dní (Hájková a kol. 2012).

Sklizeň probíhá v průměru od 24. srpna do 1. října. Na časový nástup fenofází mají vliv i mnohé další faktory, kromě průběhu počasí v daném roce zejména odrůdová sadba. Termíny sázení a sklizně jsou velmi ovlivněny jak aktuálním průběhem, tak agrotechnickými postupy. Vývoj fenofází se následně odvíjí podle termínu sázení.

V následujících tabulkách jsou zobrazeny jednotlivé fenologické fáze růstu bramboru v Příbyslavi, od vzcházení po odumírání natě a počet dní teplot a množství srážek během vegetačního růstu (Hájková a kol. 2012).

Tabulka 2. Půměrné datum nástupu vybraných fenofází lilku bramboru (upraveno podle: Atlas fenologických poměrů Česka).

Přibyslav 530 m.n. m.

	Vzcházení			Řádkové zapojení porostu	
*	**	***	*	**	***
28.05.	6,3	13,3	16.06.	7,2	15,7
	Počátek kvetení			Odumírání nati	
*	**	***	*	**	***
30.06.	7,3	16,8	18.08.	15,1	16,4
* Datum nástupu					
** Směrodatná odchylka					
*** Průměrná pentádní teplota vzduchu ke dni nástupu					

Tabulka 3. Průměrné trvání intervalu mezi nástupy vybraných fenofází lilku bramboru (upraveno podle: Atlas fenologických poměrů Česka).

Přibyslav 530 m.n. m.

Sázení-vzcházení						* Trvání intervalu
* ** *** **** *****						** Směrodatná odchylka
31 5,6 358 216 9,4						*** Teplotní suma °C
Řádkové zapojení porostu						**** Trvání slunečního svitu (h)
* ** *** **** *****						***** Počet dní se srážkovým úhrnem (mm)
13 6,9 213 102 4,6						
Butonizace-počátek kvetení						
* ** *** **** *****						
4 1,7 65 34 1,1						
Počátek kvetení-konec kvetení						
* ** *** **** *****						
15 3,7 252 114 6,3						
Vzcházení-odumírání naře						
* ** *** **** *****						
82 13,1 1325 623 28,6						

3.5 Výnosotvorné prvky

Výnos je výsledkem růstových a vývojových procesů, které probíhají v poměrně dlouhém období vegetace. Velmi významným faktorem regulace, které vykazují příznivý vliv na fotosyntetické, růstové, vývojové a prostorově-strukturní ukazatele porostu je minerální hnojení (Řepka 1979). Značný význam z hlediska regulace výnosotvorného procesu mají vegetační faktory – světlo, voda a teplo. Nejvyšší výnosy jsou dosahovány v podmínkách, kde půdní vlhkost je mezi 70-80% plné půdní kapacity s výjimkou těžkých půd (Harris 1978) a

optimální teplota by měla být ve dne 20 °C a v noci 14 °C. Ve dne tedy převládá fotosyntéza a v noci transport látek a jejich zabudování do zásobních orgánů a pletiv.

3.5.1 Počet rostlin na jednotce plochy

Počet rostlin je dán sponem sázení v závislosti na hodnotě a vlhkosti sadbových hlíz, počet oček na hlíze a na počtu klíčků, počet vysazených hlíz, účel pěstování, klimatickým podmínkám, výživě a ochraně rostlin proti chorobám a škůdcům. Výsadba hlíz by se měla pohybovat v rozmezí 40 až 60 tis. rostlin na hektar.

3.5.2 Počet stonků na jednotce plochy

Počet stonků je 5-7 na jednu rostlinu. Závisí na sadbové hlíze, počtu oček a klíčků. Ten je ovlivněn kvalitou fyziologickým stavem a teplotou sadby. Pro předpoklad vytvoření vyššího počtu stonků použijeme sadbu skladovanou v chladnějších podmínkách pod 7 °C. Hlízy se probouzejí později, mají pomalejší růst a později vyžívají. Počet stonků je nejméně ovlivňován jak přirozeným, tak i modifikovaným prostředím i ročníkem (Zrůst et al. 1986).

3.5.3 Počet hlíz

Průměrný počet hlíz se pohybuje kolem 10-14 hlíz na rostlinu. Můžeme ho ovlivnit zvýšením hustoty porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a omezením vlivů škodlivých činitelů za vegetační období (Jůzl et al. 2000). Závisí také na genetickém základu odrůdy, počtu stonků, průběhu počasí v období nasazování hlíz. Počet hlíz můžeme ovlivnit organizací porostu (Rybáček a kol. 1980). V hustších porostech nad 60 tis. Trsů na 1 ha jsou hlízy dříve než v porostech méně hustých (do 40 tisíc trsů).

3.5.4 Hmotnost hlíz

Hmotnost hlíz udává hospodářský výnos brambor (Jůzl et al. 2000). Hmotnost je pozitivně ovlivněn délkou vegetační doby, brzkým sázením brambor, vzdáleností řádků a regulací zaplevelení, škůdců a chorob (Minx et al. 1994). Struktura výnosu, a tím i aktuální výnos odrůdy v jednotlivých letech silně kolísá. Odchytky do 15 % od víceletého průměru jednoho prvku mohou být kompenzovány prvkem druhým. Například výnos hlíz 30 t/ha je zajišťován výnosotvornými prvky dosahujícími v průměru 15 hlíz na trs při průměrné hmotnosti hlízy 50 g a počtu trsů na 1 ha 40 tisíc. Stejného výnosu lze však dosáhnout, je-li počet trsů na 1 ha zachován, trs má 10 hlíz a průměrnou hmotností 75 g, což není z hlediska mechanizace, zejména sklizňových prací, zanedbatelná záležitost (Dobiáš et al. 1985).

3.6 Rizikové faktory, které ovlivňují růst brambor v ČR

3.6.1 Nároky na prostředí

Požadavky brambor na prostředí se fylogeneticky vyvíjely v genetických centrech Jižní Ameriky mezi 13–15 oj.š. a také okolo 45 oj.š., v nadmořských výškách 3000–4000 m, při malých rozdílech mezi ročními obdobími, ale velkých rozdílech mezi dnem a nocí a za průměrné roční teploty do 9,3 °C. Vývoj probíhal na krátkém dni při rovnoměrně rozdělených srážkách během vegetačního období a jejich ročním úhrnu 560–1100 mm. I přes značnou přizpůsobivost, výnos i jakost brambor závisejí na vlhkostních a teplotních podmínkách vegetace a délce dne (Petr et al. 1987).

Z hlediska klimatickoekologických nároků náležejí odrůdy evropského bramboru mezi rostliny mírného pásu. Nejlépe jim vyhovuje přímořské klima, tedy klima s vyšší vzdušnou vlhkostí. V přechodném a vnitrozemském klimatu se klimatickoekologickým nárokům bramboru přibližují pouze polohy vyšší, pokud mají časté srážky a vyšší vlhkost vzduchu. Ve vyšších polohách jsou však větší teplotní rozdíly mezi dnem a nocí. Klimatické podmínky u nás se výrazně mění se stoupající nadmořskou výškou. Optimální klimatickoekologické podmínky jsou potřebné především pro pěstování bramborové sadby. Nejvyšší sadbu poskytují sadbové oblasti v nadmořské výšce nad 600 m.n.m. (Hruška 1962).

Důležitou pozornost musíme věnovat ochranou půdy už od výsadby. Je zapotřebí zohlednit lokalizaci pozemku, zaměřit se na oblast, která vykazuje průměrné teploty a množství srážek typické pro růst brambor. V našem případě bychom volily bramborářskou výrobní oblast, kde ročně napadne 550-900 mm a průměrná teplota činí 5-8°C. Jelikož je reliéf této oblasti středně zvlněný až silně svažité, musíme učinit protierozní opatření, aby nedocházelo k vyplavování živin z půdy. Pokud se rozhodneme pro jinou lokalitu, tak vybrané stanoviště by nemělo být extrémně zamokřené nebo v trvalém stínu. Nejlepší jsou proto půdy středně těžké, a to jsou půdy hlinitopísčité, písčitohlinité a hlinité s obsahem jílu od 15-40 % (Vokál et al. 2003).

Půdně ekologické požadavky

Výběr pozemku je prvním předpokladem úspěchu pěstitele brambor. Brambory bychom neměli pěstovat na příliš svažitých pozemcích, a to zejména z důvodu rizika vodní eroze. Maximální přípustná svažitost pozemku je 7 ° (GAEC). Dobré kvality sklizně nelze dosáhnout v kamenitých nebo těžkých zamokřených půdách nebo na vlhčích stanovištích s vyšším a časnějším výskytem plísně bramboru apod. Důležitý je i obsah humusu v půdě. Se zvyšujícím obsahem humusu v půdě se totiž zvyšuje přístupnost živin, Standardním osevním sledem zůstává klasický norfolk nebo jeho modifikace, tzn. organicky hnojené brambory, jařina (případně s podsevem), jetel, ozim. Výrazně vzrostl v osevních postupech podíl řepky ozimé a současně klesl podíl jetele, v tom případě se uplatní postup například ozim, brambory, ozim, řepka, ozim. Rozhodně je nutné vyvarovat se pěstování brambor po sobě, v takovém případě dochází nejen ke snižování výnosů, ale zvyšuje se i riziko napadení škodlivými činiteli včetně karanténních (hád'átka, rakovina, bakteriální kroužkovitost). Při vyšším podílu brambor (nad 25 %) v osevním sledu také dochází k přemnožení odolných plevelů, jakými jsou např. pcháč, pýr a svízel.

Pozornost bychom měli věnovat hodnotě půdní reakce. pH půdy má totiž významný vliv nejen na výživu rostlin, ale ovlivňuje výskyt strupovitosti. Bramborům nejlépe vyhovuje půdní reakce 5,5-6,5. Z hlediska výnosu hlíz nedochází k poklesu ani při nižších hodnotách kolem pH 4,8. Je zjevné, že brambory daleko lépe snášejí kyselější půdy než zásadité (Vokál et al. 2003).

Také obsah humusu by měl být minimálně okolo 2 %, v takových podmínkách pak nejsou problémy s přirozeným obsahem živin v rámci staré půdní síly.

Písčité a rychle vysychající půdy podporují drsnost slupky a napadení strupovitostí. Jílovité a kyselé půdy a také půdy spórami zamořené podporují výskyt prašné strupovitosti. Půda by neměla být vlhká během tvorby hlíz, protože podporuje výskyt síťkované strupovitosti.

3.6.2 Agrotechnika a hnojení

Brambory se řadí mezi erozně ohrožené plodiny, proto můžeme k výsadbě brambor využít technologie důlkování a hrázkování a po vzejití použít mulč nejlépe rostlinného původu. Mulč pozitivně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy, snižuje tvorbu půdního škraloupu a zlepšuje vsakování dešťových srážek (Dvořák et al. 2013).

Před sázením hlíz by měl být pozemek kvalitně upraven podle technologie sázení, pokud možno bez kamenů a hrud. Kameny a hroudy brání růstu, deformují hlízy a poraňují je při sklizni. Při zaorávce zeleného hnojení např. jetelotrávy je vhodné použití pluhu na těžkých půdách. Na středně těžkých a suchých půdách můžeme použít podrývač, protože když podrýváme, tak dochází k menšímu vypařování vody z půdy a tím šetříme s vláhou v půdě. Podzimní zpracování půdy: po sklizni předplodiny se obvykle provede podmítka, tj. mělké zkyplení půdy do hloubky 8–10 cm. Podmítka podpoří udržení půdní vláhky, umožní mineralizaci posklizňových zbytků, vzejití plevelů a jejich následné zničení. Poslední podzimní operací je pak orba do 17 hloubky 20–28 cm. Orbou se zapraví organická (hnůj) i minerální hnojiva (P, K). Nejčastějším termínem pro orbu je ve většině oblastí druhá polovina října.

Jarní zpracování půdy: rostliny bramboru potřebují kypré lůžko a prokyplenou vrstvu půdy nejlépe do hloubky 180-200 mm. K tomu dříve sloužily soupravy kultivátorů, prutových válců nebo hřebových bran. Tato technologie se v omezené míře používá u pěstitelů s nižší plochou brambor. V podnicích specializovaných na produkci brambor se dnes zpravidla uplatňuje technologie pěstování v odkameněných hrůbkách. Dokonalé nakypření umožňuje také alternativně použití rotačních kypření. Výsadba by se měla provádět, když má půda teplotu minimálně 8 °C u naklíčených 6 °C. Hloubka výsadby 5-10 cm. Vzdálenost řádků je standardní mezi 30-35 cm. Platí tu pravidlo, že čím menší hlízy tím menší vzdálenost a čím větší hlízy, tím větší vzdálenost. Vzdálenost hrůbků je 75 nebo 90 cm. Vádelnost 90 cm přináší výhody-méně zelených hlíz, lepší udržování vláhky v hrůbku, lepší provzdušnění naťe, lepší zásobení živinami a možnost využití technologie se širšími pneumatikami. Na výsadbu je zapotřebí cca 40 tis. hlíz na hektar.

Pro regulaci plevelů můžeme využít plečky s šípovými radličkami, prutové nebo síťové brány před zapojením porostu. Nevýhoda plečkování je, že poraňuje jemné kořínky

na straně hrůbků a také způsobuje poranění na listech. Tím vznikají na kořenech a listech vstupní brány pro napadení chorobami (Diviš et al. 2007).

Výživa a hnojení

K hnojení této plodiny využíváme především chlévský hnůj, kompost, kejdu se slámou či močůvkou. Přidáním organické hmoty zvyšujeme obsah organické hmoty a tím tvorby humusu, který má pozitivní účinek při vsakování srážek do půdy navíc na sebe váže důležité živiny, které rostliny využívají ke svému růstu a vývoji. Aplikaci chlévského hnoje se provádí v našich podmínkách na podzim. Na jaře připravíme sadbové lůžko kombinátorem (pérový kultivátor s prutovými válci), na těžších půdách diskovými válci. Na jaře je potřeba pokud možno jen jedné pracovní operace a to např. s čelně nesenými dikovými branami a se sazečem za traktorem, protože čím je půda před výsadbou méně utužena, tím lépe. Před výsadbou by měla být půda dobře vysušená, když sázíme do vlhké půdy, tak dochází k tvorbě hrud a k nebezpečí mechanického poškození hlíz při sklizni a pokud je půda hodně vlhká nebo studená, tak se může vyskytnout kořenomorka již na klíčcích.

Abychom předešli výskytu kořenomorky, používáme jen vyzrálý, dobře rozložený hnůj, a to již na podzim po předplodině nebo mezplodině, měli bychom dávat pozor na správné zapravení do půdy, aby nedocházelo k tzv. vymývání dusíku. Moření sadby antagonisty (v EZ povolena *Bacillus subtilis* a *Pseudomonas* sp.) může snížit výskyt vložkovitosti a dutinek způsobených kořenomorkou.

Během vegetace je potřeba přihnojovat draslíkem a hořčíkem, protože zvyšuje kvalitu hlíz a jsou tak odolné proti otlakům a černé skvrnitosti a zlepšuje skladovatelnost. Nejvíce K a Mg je v kompostu.

Nikdy nedáváme vápník přímo k bramborám ani k předplodině, protože vniká nebezpečí strupovitosti. Vápník má význam nejen jako živina, ale také jako činitel půdní reakce. Nedostatek vápníku u brambor postihuje hlavně listy (Rybáček et al. 1988). Obsah fosforu a draslíku v půdě může být po dlouholetém ekologickém pěstování nízký. Proto by měl být obsah P a K a Ca jednou za 5-10 let ověřen rozborů půd. Nejlepším zdrojem draslíku je kejda a chlévský hnůj, protože zvířata z krmiva využijí nejméně K a tím je dostáváno zpět do půdy ve formě organických hnojiv. Celkové množství dusíku nesmí v ekologickém zemědělství překročit 170 kg N/ha ročně (Diviš et al. 2007). Dusík brambory využívají buď z půdní zásoby, kdy zvolená předplodina byla rostlina poutající vzdušný dusík např. jetetelotráva, kdy zanechá až 80-140 kg N/ha. Luskoviny zanechávají 50 až 100 kg N/ha. V druhém případě můžeme dodat chlévský hnůj v maximální dávce 30 t/ha. Větší dávka se nedoporučuje, protože dochází k delší době uvolňování dusíku, což brání k dozrání hlíz (Diviš et al. 2007).

3.6.3 Osevní postup

Brambory se v osevním postupu zařazují mezi zlepšující předplodinu, protože jsou hnojena organickými hnojivy nejčastěji na podzim zaoráním chlévského hnoje. Abychom předešli snižováním výnosu či vzniku karanténní choroby př. Hád'átko bramborové, rakovina brambor či bakteriální kroužkovitost, tak můžeme brambory pěstovat na stejném pozemku

nejdéle jednou za čtyři roky (Hradil et al. 2007). Pokud bychom pěstovali brambory několikrát po sobě, tak dochází k nárustu populace mandelinky brambrové a mšic. Vyskytovali by se choroby jako je kořenomorka, bakteriální černání stonku a strupovitost, ale především dochází k výnosové depresi a negativní jsou i dopady z hlediska kvality (Rybáček et al. 1988).

Brambory obzvlášť dobře rostou po předplodinách, které zvyšují půdní úrodnost a zlepšují strukturu půdy a také plodiny, které po sobě nechávají velké množství organického materiálu. Mezi tyto plodiny řadíme jetelotrávu, jednoleté vikovité píceiny a luskoviny (bob či hrách) a také polní zelenina. Naopak víceletá jetelotráva pěstována před brambory podporuje výskyt drátovců, strupovitosti, kořenomorku a výskyt slimáků, ale na druhou stranu se řadí mezi nejefektivnější plodinu, která zvyšuje výnos brambor. Brambory v půdě zanechávají velké množství přístupného dusíku ohroženého vymýváním. Proto by po nich měly být pěstovány plodiny, které dusík na podzim dobře využijí např. obiloviny nebo píceiny. Brambory zanechávají pozemek pro následnou plodinu zpravidla velmi čistý. Proto stačí pro následnou plodinu pouze šetrné zpracování půdy bez pluhu. To šetří strukturu půdy, podporuje zmrznutí zbylých hlíz a brání přílišné mineralizaci půdního dusíku (Hradil et al. 2007). Následná plodina zařazena po pěstování brambor by měla být ozimá obilnina (ječmen, tritikále nebo žito na těžších půdách ozimá pšenice. Dále můžeme zařadit hořčici, řepku nebo jetelotravní směs.

3.6.4 Druh produkce a odrůdy v ekologickém zemědělství

Volba vhodné odrůdy, kvalitní sadba a její příprava jsou předpokladem dosažení optimálního výnosu a kvality hlíz při pěstování brambor v ekologickém zemědělství. Odrůda je hlavním z nejdůležitějších faktorů, který nejvíce ovlivňuje úspěch při pěstování. Svými vlastnostmi rozhoduje o výši výnosu, o kvalitě produkce a o uplatnění a využití sklizně.

Pro ekologického zemědělce jsou vhodné odrůdy s kratší vegetační dobou, proto volí odrůdy s rychlým počátečním růstem, které nasazují menší počet hlíz a vykazují vyšší odolnost proti chorobám – zvláště proti plísni bramborové. Tato sadba by měla být certifikovaná, to znamená sadbu, která byla uznána semenářskou inspekcí. U produkce, kde jsou hlízy tržně upravovány (praní, kartáčování), je třeba volit odrůdy, které tyto úpravu snášejí. U odrůd s delší vegetační dobou (určených většinou pro podzimní konzum a na uskladnění) je důležité volit odrůdy s vyšší odolností vůči plísni bramborové.

Odrůdy polopozdní i přes vyšší výnosový potenciál a větší odolnost proti plísni bramborové představují riziko nestability výnosu a výtěžnosti konzumních hlíz (Diviš & Valeta 2006). Předpokladem využití výnosového potenciálu odrůd je použití kvalitní sadby. Dalším faktorem pro výběr odrůdy je také citlivost k virózám a obecné strupovitosti. Virózy mohou výrazně snížit výnos a snadno se šíří. Škodlivost virových chorob u brambor je v našich klimaticko-geologických podmínkách velmi vysoká (Vokál et al. 2004).

Mezi druhy produkce řadíme brambory velmi rané, rané, polorané, polopozdní a pozdní. Těmto druhům se pak dále člení příslušné odrůdy, které vyhovují oblasti, klimatickým podmínkám a náročnosti na pěstování. Rané brambory se pěstují pouze v klimatických příznivých oblastech a záhřevných půdách, na nichž je výsadba možná od konce února až začátku března. Rané brambory se mohou pěstovat pod textílií nebo fólií a tím

urychlíme délku její vegetace. Pokud je zapotřebí zálaha, tak volíme tu, která má protimrazový postřik, jelikož v tomto období může docházet k denním mrazíkům.

V ekologickém zemědělství se pěstují hlavně odrůdy požadované trhem. Pěstitelé, kteří uplatňují prodej ze dvora, mají ve výběru odrůd poněkud širší prostor. Použité odrůdy musí být uvedeny ve Státní odrůdové knize, resp. ve Společném katalogu odrůd EU. Sadba zvolených odrůd pro produkci musí pocházet z ekologického pěstování. Pro ekologické zemědělství by měly být vybírány odrůdy s nízkou náchylností k chorobám, nízkou potřebou dusíku, rychlým růstem natě (pro dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům) a raným nasazením hlíz (omezení vlivu plísně bramborové na výnos hlíz). Významnou roli při výběru odrůdy ovšem hraje způsob použití a přání zákazníků nebo odběratelů. Výběr odrůdy by měl být s odběratelem předem projednán, resp. by měl být ještě před pěstováním nových odrůd zajištěn jejich odbyt (Bioinstitut 2007).

Sadba by se měla používat jen zdravá, zdravotně nezávadná, překlíčená nebo narašená. Nakličování hlíz má výraznější vliv na růst, výnos i kvalitu hlíz než narašování. Nakličování hlíz by se mělo provádět 4.-6. týden před termínem pěstování (rané brambory 10. týdnů). Hlízy je potřeba umístit do nakličovacích bedýnek nebo pytlů. Po dobu 2-3 dnů prudce zvýšit teplotu 18-20 °C. Po uplynutí doby snížíme teplotu na 10-12 °C (rané na 15 °C). Po objevení prvních klíčků se musí 9 hodin osvětlovat, a to buď denním či umělým osvětlením. Vzdušná vlhkost by se měla pohybovat mezi 70-80 %. V závěru nakličovacího období snížit teplotu na 5-6 °C. Před výsadbou opět navýšíme teplotu na 10-15 °C (Diviš et al. 2007). Pro ekologické pěstování musí v zásadě pocházet z ekologické množitelské produkce. Aktuální dostupnost uznaného ekologického osiva a sadby si lze ověřit v registru ekologického osiva a sadby na webových stránkách ÚKZÚZ.

Mezi doporučenými odrůdy v EZ jsou Gala, Adéla, Marabel, Rosára, Ornela, Alice, Monika a další. Na výběr máme odrůdy velmi rané (90-110 dnů vegetace), rané (110-120 dnů vegetace), polorané (120-130 dnů vegetace) a pozdní (nad 130 dnů vegetace).

3.6.5 Doba trvání slunečního svitu

Růst brambor ovlivňuje fotoperioda. Podmínky dlouhého dne u odrůd *Solanum tuberosum* brzdí růst klíčků, podporují růst vzešlých rostlin do délky a kvetení, které trvá delší dobu než při přirozené délce dne. Tyto podmínky podstatně prodlužují délku vegetační doby. Opožďuje se nasazování hlíz, a tak při raných sklizních jsou výnosy hlíz menší. V dalších postupných sklizních vlivem zvýšené asimilace výnosy hlíz stoupají, podobně jako škrobnatost. Hlízy jsou větší a vyrovnanější. Při předklíčování hlíz na světle, krátký osmihodinový den působí příznivě na růst klíčků, avšak dlouhý šestnáctihodinový den a nepřetržitě osvětlení (24 hod.) jej brzdí (Hruška et al. 1974). Minimální intenzita osvětlení je 800 luxů. Světelné podmínky dlouhého dne (1 hod.), tedy podporují růst natě všech skupin odrůd, avšak neovlivňují počet stonků, které jsou více pigmentované. Světelné podmínky krátkého dne (8 hod.) zpomalují růst natě, zároveň však podporují časnější nasazování hlíz a podstatně zkracují vegetační dobu (Litschmann & Rožnovský 1994).

3.6.6 Úhrn srážek během vegetace

Voda tvoří největší objem rostliny. Sucho znamená v zásadě nedostatek vody v půdě, v rostlinách nebo v atmosféře. Jedná se o přírodní jev dočasný, negativní, který je charakterizován výraznými odchylkami od dlouhodobých průměrných hodnot srážek (nedostatek čili deficit srážek) v průběhu významného časového období v rozsáhlých oblastech. Hlavním důsledkem sucha je poškození rostliny v důsledku překročení bodu vadnutí. Brambor má střední nároky na vláhu, ale je velice citlivý k rozdělení srážek během vegetace. Nižší vlhkost půdy působí na hlízu příznivě v období od sázení až po vzejití rostliny, kdy se vytvoří více kořenů. Naopak choulostivé na nedostatek vláhy jsou od fáze tvorby poupat až do nárůstů hlíz. Při nedostatku srážek v období intenzivního růstu rostliny se snižuje listová plocha, asimilační výkon a tím i celkový výnos hlíz (Vokál et al. 2000). Plná vodní kapacita pro zaručení vysokého výnosu je na lehčích až středních půdách 70 %, na těžkých půdách 55-40 %. Obecně platí, čím těžší půda, tím se tato hodnota snižuje. Nejvyšší pozitivní korelace mezi srážkami a výnosem je ve fázi intenzivního nárůstu hlíz, kdy sucho a vysoké teploty jsou hlavní příčinou jejich nízkých výnosů (Jůzl et al. 2000). Brambory reagují obzvláště citlivě na dlouhá období mokra či sucha během květu a tvorby hlíz. Pěstování na pozemcích s možností závlahy poskytuje výhody v suchých dnech.

Dostatečná vlhkost půdy v okamžiku nasazování hlíz je prevencí výskytu ploché a vyvýšené strupovitosti to se ovšem netýká síťkované strupovitosti. Suchá půda během počátečního růstu podporuje tvorbu mohutné kořenové soustavy. Během dlouhivého růstu by půda měla být dostatečně vlhká, aby se hlízy nezačaly tvořit příliš brzy a aby se, pokud možno vytvořila jen jedna generace hlíz.

Přísušky během tvorby hlíz vedou k zastavení růstu, menšímu nasazení hlíz, a tím ke snížení výnosu i kvality. Od nasazování hlíz do květu by měl být obsah vody v hrůbku udržován alespoň na 50 % půdní vodní kapacity. Během růstu hlíz, především v prvních 3 týdnech po květu až do dozrání hlíz, je dostatečný obsah vláhy v půdě rozhodující pro tvorbu výnosu.

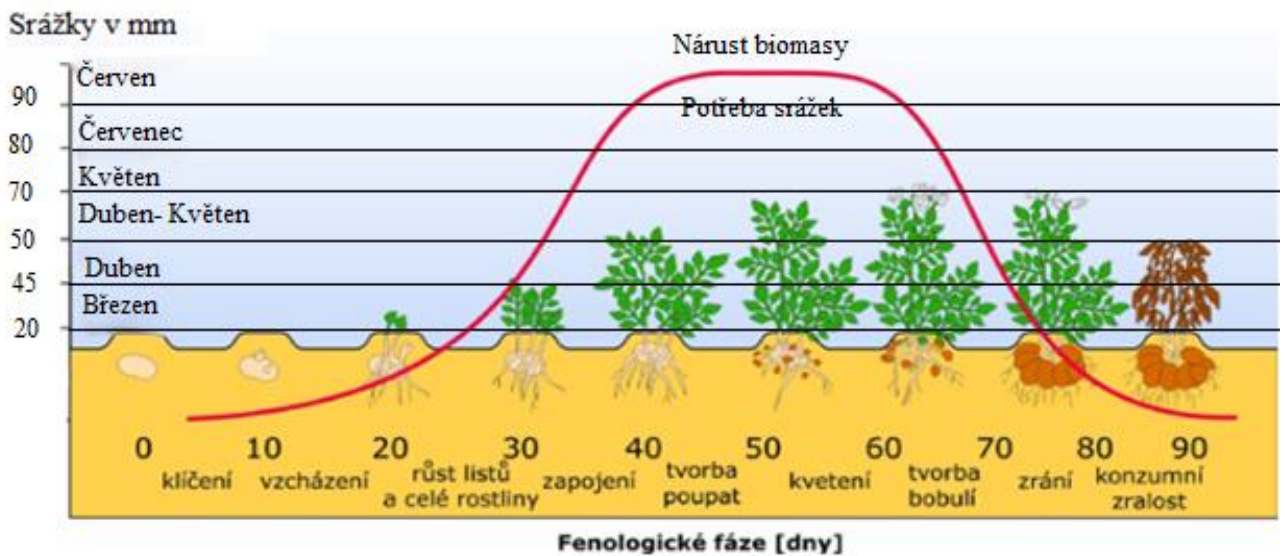
Je-li to potřeba, lze provést závlahu i po zničení natě, aby se podpořilo dozrávání (pevnost slupky) nebo aby se usnadnila sklizeň. V České republice je využití závlahy problematické z důvodu absence závlahových sítí v zemědělství a z hlediska dlouhodobého sucha, které způsobují horká léta. V případě potřeby zavlažovat jen krátce a z rána, aby mohla nat' rychle oschnout. Vlhké listy za vysokých teplot vzduchu představují velké nebezpečí výskytu plísně bramborové. Teplotní šok může nat' velmi poškodit.

Nejvyšší vláhové nároky má brambor v období růstu natě a v období růstu hlíz. Tyto nároky jsou pokryty zejména srážkami, rosou (popřípadě závlahou) a zásobou půdní vláhy, která se z nich vytvoří. Zavlažování raných brambor v sušších oblastech se zabezpečuje závlahou, podle režimu optimálních potřeb, v návaznosti na vodní kapacitu půdy a přírodní podmínky tak, aby byla zabezpečena pro brambory na 1 ha následující potřeba vláhy" (pro rané brambory) v dubnu 45,0 mm, v květnu 70,0 mm, v červnu 90,0 mm, v červenci 80,0 mm. Závlahový režim je potřebné zabezpečit na sušších půdách minimálně do doby začátku nasazování hlíz, metodou ideálních srážek nebo metodou podle koeficientu biologické křivky vláhové potřeby. Na výnos hlíz velmi raných odrůd brambor mají hlavní vliv srážky v červnu,

u raných odrůd v červenci, u poloraných a polopozdních odrůd v červenci a v srpnu a u pozdních odrůd v červenci, srpnu a v září (Litschmann & Rožnovský 1994).

Lilek brambor je znám tím, že je mělce kořenící plodinou v polních podmínkách. Proto je náchylný na sucho, a tedy vyžaduje pravidelné zavlažování oproti jiným plodinám (Durrant et al. 1973). Brambory jsou plodinou, která negativně reaguje na změny v zásobování vodou. Do budoucna se uvažuje o plánovaném zavlažování podle evapotranspirace plodin a napětí vody v půdě. Na stresu vyvolaném suchem se podílí i to, že brambory jsou pěstovány na půdách snižší zádržnosti vody (Shock et al. 2007). Z toho vyplývá, že stres suchem (i slabý) významně ovlivňuje rostliny bramboru a podepisuje se kvalitě i kvantitě bramborových hlíz. Snižovaná dostupnost živin při stresu nedostatkem vláhy ovlivňuje produkci brambor. Lilek brambor reaguje na účinky závlahy ještě před zahájením iniciace hlíz (Shock et al. 2007). Naopak i nadměrné zavlažování může ovlivnit kvalitu a kvantitu hlíz. Tyto hlízy jsou vodnaté a více trpí chorobami. Nadměrná závlaha vede také k vyplavování živin z půdy, což se negativně projeví na rostlinách bramboru (Shock et al. 1993).

Na následujícím obrázku je znázorněna potřeba srážek během vegetace za jednotlivé měsíce. Nejvíce srážek je zapotřebí v červnu v době tvorby natě a hlíz. S postupným ukončením vegetace se potřeba vláhy snižuje.



Obrázek 2. Potřeba srážek během vegetace brambor (upraveno podle Mayer 2009).

3.6.7 Vliv vysokých teplot

Optimální teplota pro růst brambor je 17 °C. Pokud dojde k tomu, že se během vegetace teplota zvyšuje, může docházet k zpomalování až zastavení vývoje a růstu hlízy, a to už při teplotě 29 °C. Při teplotě 45°C hlízy odumírají (Rybáček et al. 1988).

Vokál et al. (2004) uvádí, že hlízy snesou teplotu až 38 °C, dle něho udumírají hlízy až při teplotě 40 °C. Teplota je rozhodně rozhodujícím činitelem pro klíčení hlíz. Šimon (1958) považoval za optimální teplotu 15-20 °C. Podle Buhra (1961) začíná nať růst při teplotě 5-6 °C, nejrychleji roste při 20-25 °C a při teplotě nad 30 °C se její růst zastavuje. Teplota 40 °C a vyšší poškozují pletiva nadzemní části rostlin. Hruška et al. (1974) uvedl optimální teplotu pro tvorbu sušiny 17-25 °C. Podle Drába (1956) je optimální teplota půdy 15-17 °C a ovzduší 25 °C. Při teplotě půdy 26 °C se růst hlíz zastavuje.

Byl studován vliv kombinace délky osvitů a teploty na rostliny lilku bramboru. Vyšší teplota a delší fotoperioda oddálily růst hlíz a zvětšení objemu. Fotoperioda neovlivňuje absolutní rychlost růstu hlíz při nižších teplotách (Van Dam et al. 1996). Vystavení zvýšené teplotě 30 °C/20 °C den/noc oproti 22 °C/16 °C den/noc vede ke sníženému výnosu hlíz a nárůstu čistého výkonu fotosyntézy a snížení syntézy škrobu vhlízách. Výsledky ukazují, že mírně zvýšené teploty nezpůsobily klasické příznaky abiotického stresu a vývoj hlíz je odpovědí prostřednictvím na rozmanitost biochemických a molekulárních signálů (Hancock et al. 2014). Rostliny lilku bramboru byly vystaveny vysokým teplotám den 35 °C a noc 25 °C. Vysoké teploty během vegetačního období jsou příčinou řady změn vrostlinách bramboru, které ovlivňují jeho rozvoj a mohou vést k výraznému snížení ekonomického výnosu. Bylo zjištěno, že odpověď bramboru na vystavení vysoké teplotě je závislá na fázi růstu. Čím dříve dojde k vystavení vysokým teplotám, tím je negativnější její dopad na růst a celkový výnos brambor (Rykaczewska 2015).

Fenologický vývoj rostlin je determinován teplotou, v teplejších letech se dosahuje zralosti dříve než obvykle, jelikož oteplení vede k rychlejšímu dosažení potřebných teplotních sum (kumulativní součet průměrné denní teploty nad stanoveným prahem) k dosažení jednotlivých fází vývoje, a tedy i k akceleraci vývoje, což je pro plodiny v ČR od jisté úrovně negativní. Zrychlený vývoj znamená totiž snížení výnosu. Mimo to vyšší teplota způsobí i vyšší evapotranspiraci (teplejší vzduch pojme více vodní páry), čímž bude rychleji klesat půdní vlhkost (Žalud et al. 2007, Středa et al. 2013). Předpokládá se, že se prodlouží vegetační doba, ale zároveň se i zkrátí doba kultivace plodin, které budou dozrávat dříve. Zvýší se i počet dnů, kdy bude na plodiny působit teplotní stres, který představuje důležitý limitující faktor výnosů (Semenov et al. 2011). V České republice se během posledních dvaceti let vegetační období již prodloužilo o 15-25 dní a spolu s tím se zvýšilo riziko ve výskytu vegetačních mrazů i holomrazů, což dokládá i příklad z roku 2012, kdy se květnové mrazy přičinily o úplné či částečné zničení asi 60 % všech výsadeb ovocných dřevin v ČR (Středa et al. 2013). Vyorání by se nemělo provádět při teplotě pod 5 °C a nad 25 °C. Hlízy jsou více citlivé na mechanické poškození, jelikož se v ekologickém zemědělství nesmí využívat desikace před sklizní, musí se nať mechanicky narušit. Sklizeň za deště a krátce po dešti přináší zvýšené nebezpečí mechanického poškození. Třídění je třeba provádět při teplotě hlíz nad 10 °C. Také balení a další manipulace při teplotě nad 10 °C snižuje poškození hlíz (Diviš 2014).

Teplota, při níž je rychlost růstu nejvyšší, se označuje jako teplota pro růst optimální, teplota, při které růst začíná, jako teplota pro růst minimální. Při zvyšování teploty nad 30 °C růstová rychlost již většinou klesá, až při dosažení tzv. teploty pro růst maximální růst ustává. Tyto tzv. kardinální body teploty-minimum, optimum a maximum nejsou konstanty, ale mění

se se stáří rostliny. Rovněž při dlouhodobějším působení vyšší či nízké teploty může dojít k posunu těchto bodů (Vokál et al. 2004).

3.6.8 Vliv nízkých teplot

Odolnost bramborové natě k nízkým teplotám je velmi malá. Při déle trvajících teplotách -1 až -1,5 °C zmrzne. Toto nebezpečí nastává zejména u nejranějších brambor při pozdních jarních mrazech.

Při snižování optimální teploty pro růst hlíz (17 °C) se jejich další vývoj a růst zpomaluje, při teplotě okolo -2 °C se růst úplně zastavuje (Rybáček et al. 1988). Naopak Vokál et al. (2004) uvádí, že při teplotách pod 5 °C se zvyšují osmotické hodnoty v buňkách zvýšeným obsahem cukrů, a proto hlízy při pomalém ochlazení snesou až -4 °C. Při postupném roztávání se nemusí pro jeden z možných prostředků, jak ochránit rané brambory před účinky mrazu, je zavlažování, a to nejlépe mikropostríkem. Zavlažuje se preventivně před očekávaným mrazem, nebo když klesne teplota pod bod mrazu. Vlhká půda totiž lépe absorbuje teplo, které pak vydává kolem rostlin. Rovněž ledová vrstva, která se vytváří na povrchu rostlin, chrání proti mrazu, neboť při mrznutí vody se uvolňuje skupenské teplo. Nastal-li do rána slabý mrazík, je dobré brambory při východu slunce postříkat vodou, aby náhlým povolením mrazu listy neodumřely. Postříkání zabrání rychlému roztání ledových krystalků v listovém pletivu, které jinak roztají tak rychle, že změny skupenství nikoli v kapalném (vodu), ale přímo v plynném (vodní páru), kdy listy vlastně vyschnou, zčernají a zaschnou. Jevit škody zmrznutím, pokud nedošlo k poškození buněčných protoplastů. Vitalita hlíz je však snížena. Rychlým ochlazením na -1 až -2 °C pak hlízy umrznou. Mrazy jsou největší teplotní hrozbou pro pěstování a produkci brambor. Největší nebezpečí představují pozdní jarní mrazíky, které mohou způsobit až stoprocentní zničení natě u vzešlých porostů raných brambor (Vokál et al. 2013).

3.7 Nejvýznamější choroba a škůdce bramboru

V této části jsou popsány dva hlavní faktory, které se nejvíce vyskytují v porostu během vegetace a které ovlivňují výnos brambor, je proto potřeba si uvědomit, že lilek bramboru podléhá mnoha houbovým chorobám např. kořenomorka, rakovina, strupovitost a je napadána i škůdci-mšice, křísi nebo ploštice. Bohužel i podléhá virovému onemocnění př. vřetenovitost bramboru apod. O těchto negativních faktorech by mohla být psaná samostatná publikace, proto jsem vybrala pouze nejvýznamější chorobu-plíseň bramborovou a škůdce-Mandelinka bramborová.

3.7.1 Plíseň bramborová

Jedná se o chorobu, která ovlivňuje výnos a kvalitu hlíz zejména v systému ekologického zemědělství. Původcem choroby je houbový parazit *Phytophthora infestans*. Tato houba se aktivuje při zapojení porostu tzv., když se bramborové rostlinky vzájemně dotýkají. Závisí tedy především na průběhu počasí, mikroklima dané lokality na náchylnosti odrůdy a vývoji porostu. Ve vegetaci jsou infikované rostliny vyrostlé z napadených hlíz, ve

kterých houba přezimuje. Po výsadbě mycelium prorůstá do nadzemní části a za příznivých podmínek se vytvářejí reprodukční orgány nesoucí spory, kterými dochází k šíření patogena vzdušným prouděním na další rostliny. Podmínky infekce je ovlhčení listu, kdy intenzivněji k ní dochází při deštivém a teplém počasí.

Z nepřímých opatření sledujících ochranu proti této chorobě se jedná především o agrotechnická opatření. Důležitá je volba vhodných pozemků, volba odrůd s vyšší odolností k plísni bramboru, kvalitní sadba a její biologická příprava, adekvátní hustota porostu, která by neměla překročit 45 000 trsů na hektar, regulace zaplevelení. Vhodné jsou lokality s prouděním vzduchu a rychlým osycháním listů po dešových srážkách (nevhodné jsou uzavřené údolní lokality, lokality v blízkosti vodních ploch a les). Do přímých opatření proti plísni bramboru řadíme použití měďnatých přípravků. Pokud již k napadení dojde, na horní straně listů jsou viditelné hnědé skvrny, zčásti olejovitého vzhledu s neostrým přechodem ke zdravému pletivu.

Na spodní straně listů se objevují šedočerné skvrny, na kterých se za vlhkého počasí projevují bílá houbová vlákna (Hradil 2007). Důležitá je včasná sklizeň odstraněním natě se sníží další tvorba spor a jejich smyv srážkami k hlízám. Ukončení vegetace v ekologickém zemědělství je možné provádět pouze mechanicky.

3.7.2 Mandelinka bramborová

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) je nejdůležitějším žravým škůdcem bramboru. Škodí okusem listů, stonků a někdy i hlíz vyčnívajících nad povrch půdy, a to především v teplých oblastech, kde je schopna tvořit i dvě generace.

Jedná se o 10–12 mm velkého brouka, který má černožlutou pruhovanou barvu. Jeho larvy jsou lososově červené s černou hlavou, 4–10 mm velké. Vajíčka se objevují na spodní straně listů v hustých snůškách o 10 až 30 kusech. Mezi nepřímá opatření patří dodržování čtyřletého odstupu brambor v osevním postupu, regulace zaplevelení a ničení plevelných rostlin bramboru v jiných plodinách. Z přímých mechanických opatření je možné uplatnit ruční sběr brouků a larev a ničení kolonií vajíček. Důležité je, věnovat pozornost především sběru jarních brouků a nedovolit jim naklást vajíčka. Tento postup je ovšem možné praktikovat pouze na malých plochách (Vokál et al. 2004). Jak uvádí Hradil (2007), na větších plochách se uplatňuje speciální sběrací zařízení, které ovšem není možné použít, jakmile se porost zapojí. Dále je možná aplikace *Bacillus thuringensis* var. *tenebrionis*, azadirachtinu nebo přírodního pyrethrinu (např. Spruzit). Největší škody způsobuje mandelinka v teplejších ranobramborářských oblastech, kde může během vegetace vytvořit i dvě generace.

Ochrana proti chorobám a škůdcům při ekologickém pěstování brambor spočívá v dodržování odstupu v pěstování, kvalitě agrotechnických zásahů a kvalitě sadby. Přípravky proti plísni bramborové a mandelince bramborové mohou být voleny jen z těch, které jsou uvedeny v seznamu přípravků a ostatních prostředků na ochranu rostlin, publikovaném ve Vyhláše č. 53 / 2001 Sb., kterou se provádí zákon o ekologickém zemědělství.

3.8 Adaptace v zemědělství na změnu klimatu

Cílem adaptační strategie je zmírnit dopady změny klimatu přizpůsobením této změně v co největší míře zachovat dobré životní podmínky a uchovat a případně vylepšit hospodářský potenciál pro příští generace. Opatření na zvýšení odolnosti zemědělství Evropské unie vůči změnám klimatu a jejich propojení na další politiky přináší Bílá kniha o přizpůsobení se změně klimatu, kterou vydala Evropská komise. Bílá kniha uvádí důsledky klimatických změn pro agrární sektor a společnou zemědělskou politiku (SZP). Navrhuje také opatření, která by měla pomoci dopadům klimatických změn čelit. Jejím cílem je podle komise zapojit do diskuse o potřebných opatřeních nejen všechny členské státy, ale také evropské zemědělce. Význam adaptačních opatření spočívá hlavně ve snížení zranitelnosti agroekosystémů vůči dopadům klimatické změny (Howden 2007).

Mezi základní opatření adaptace patří flexibilní a šetrné využívání území. Další adaptační podmínkou je diverzifikace plodin a jejich odrůd, zemědělských kultur a způsobu jejich produkce. Řadí se zde i šlechtění rostlin odolné vůči suchu. Zejména v oblastech postižených suchem bude nezbytné zlepšit nakládání s vodou, hlavně metody zavlažování a omezit její ztráty. Zapotřebí bude také zdokonalit obhospodařování půdy tak, aby měla větší kapacitu pro zadržování vody.

Dle Howden (2007) jako základní přehled adaptačních strategií na úrovni jednotlivých farem, lze využít následující doporučení:

Změna vstupů do produkce je výběr takových druhů či kultivarů plodin, jejichž nároky na teplotu a jarovizaci reflektují nárůst teploty nebo se zvýšenou rezistencí na teplotní šok a sucha; změna míry hnojení k udržení kvality produkce v souladu s převládajícími klimatickými podmínkami; změna v množství a načasování zavlažování.

Dále rozšířit využívání technologií k zachycování vody, ochraně půdní vláhly a efektivnějšímu využití a transportu vody. Hospodaření s vodou: prevence smyvu půdy, eroze a vyplavování živin při růstu srážek. Změna v načasování zemědělských aktivit. Diverzifikace příjmů, např. pomocí integrace rostlinné a živočišné výroby. Zlepšení efektivity managementu škůdců, chorob a plevelů prostřednictvím širšího využití integrované ochrany; využití plodin rezistentních vůči škůdcům a chorobám; využití monitoringu a signalizace škůdců. Využití předpovědí počasí ke snížení produkčních rizik.

Co se týče adaptačních opatření vztahujících se přímo k působení zvýšené teploty a častějších epizod sucha, obvykle se zaměřují na podporu zadržování vody v krajině a zemědělské půdě, umělé zavlažování a šlechtění rezistentních odrůd. K zadržování vody krajině se doporučuje ošetřovat a udržovat trvale podmáčené a rašelinné louky, které jsou schopny zadržet část vody při přívalových srážkách i vody z tajícího sněhu a uvolňovat ji postupně v období bez srážek. Zároveň tyto půdy slouží jako zásobárny uhlíku (pomalejší oxidace organické hmoty) a snižují tak emise CO₂ (MZE 2011). K zadržování vody a zároveň i jako ochrana před větrnou erozí se jako účinné řešení projevilo i budování větrolamových systémů, které zvyšují vlhkost okolní půdy (VÚZE 2007).

K omezení ztráty vody výparem se doporučuje udržovat permanentní pokryv půdy, např. mulčování spolu minimálním zpracováním půdy či přímým setím do mulče může evaporizaci snížit (Thaler et al. 2012), stejně jako i redukuje odtok vody z povrchu půdy

(Hůla et al. 2008). Mulčování také přispívá k snížení půdní eroze, propustnosti a zhutnění půdy, tudíž i k poklesu smyvu půdy (Eitzinger et al. 2012).

Podle Miléniového (2005) hodnocení ekosystémů bude na konci tohoto století právě změna klimatu nejspíš hlavní příčinou úbytku globální biodiverzity a změny ekosystémových služeb.

Např. pokud je v agroekosystémech zastoupeno více druhů opylovačů nebo druhů vykonávajících biologickou kontrolu, zvyšuje se tím i stabilita „dodávek“ těchto ekosystémových služeb ve formě opylování, jelikož některé druhy lépe zvládají určité klimatické výkyvy, zatímco jiné jimi mohou být postiženi více. Ze stejného důvodu je rovněž důležitá na druhové úrovni ochrana genetické diverzity, která může například v rostlinné výrobě zajistit širší zdroj plodin odolným vůči extrémům (FAO 2015).

4 Data a Metody

4.1 Data

Kvalitativní systematický průzkum literatury byl proveden s využitím elektronického vyhledávání citačních databází Web of Knowledge a odborné knihy. Výnosové data pro Českou republiku byly získány z Českého statistického úřadu. Data v oblasti klimatologie a meteorologie jsem získala z portálu Český hydrometeorologický ústav. Výnosy v ekologickém zemědělství byly získány za pomoci kontrolní organizace KEZ a ročenek pro ekologické zemědělství.

4.2 Aplikace klimaticko-statistický modelů v hodnocení dopadu extrémních meteorologických jevů na výnos brambor

4.2.1 Lineární a multilineární regresní modely

Lineární regrese je vztah dvou proměnných, kdy y (závislá proměnná) závisí na x (nezávislé proměnné) (rov. 1-3). Lineární regresní model patří k nejpoužívanějším metodám statistické analýzy. Nabízí možnost vyjádření vztahu mezi proměnnou a množinou vysvětlujících proměnných pomocí regresní funkce, která je lineární funkcí neznámých odhadovaných parametrů. Metoda nejmenších čtverců poskytuje postačující odhady parametrů jenom při současném splnění všech předpokladů o datech a o regresním modelu. Pokud tyto předpoklady nejsou splněny, ztrácí výsledky metodou nejmenších čtverců své vlastnosti.

Lineární regresní rovnicí byl použit jak pro odhad dynamiky výnosu (Tab. 4-5) tak i pro závislosti výnosu brambor v EK a KZ na teplotních charakteristikách a srážek (rov. 1-3).

$$Yd = a + b * t_{max} (°C) \quad (\text{rov. 1})$$

$$Yd = a + b * t_{min} (°C) \quad (\text{rov. 2})$$

$$Yd = a + b * r (mm) \quad (\text{rov. 3})$$

kdy (a) vyjadřuje konstantu, tato hodnota je spíše hypotetická, znamená vertikální posun přímky při nulové hodnotě vstupního parametru. Šikmost, tudíž (b) vyjadřuje, zda jsou hodnoty rozloženy okolo průměru symetricky. V neposlední řadě (t , °C) a (r , mm), tedy příslušné vlivy, které zkoumáme v našem případě extrémní teplotu vzduchu (t_{max} , t_{min}) a úhrn srážek.

Tabulka 4. Lineární trend výnosu za období 2002-2018 pro konvenční (KZ) a ekologické (EZ) zemědělství.

Typ zemědělství	Rovnice	R ²
Konvenční	KZ = 0,2644x - 504,83	R ² = 0,1582
Ekologické	EZ = -0,3236x + 666,86	R ² = 0,2148

Tabulka 5. Lineární trend plohy brambor za období 2002-2018 pro konvenční (KZ) a ekologické (EZ) zemědělství.

Typ zemědělství	Rovnice	R ²
Konvenční	KZ = -316,13x + 645279	R ² = 0,9166
Ekologické	EZ = 8,9601x - 17850	R ² = 0,583

Využití vícerozměrného lineárního regresního modelu (rov. 4) je vhodné v případě, kdy experimentátor potřebuje znát hodnoty neznámých parametrů, které ovšem nelze přímo naměřit pod porostem bramboru, avšak je možné je odhadnout z měření jiných údajů, které jsou ve známém funkčním vztahu s neznámým parametrem. **Multilineární regrese** je hodnota koeficientu vícerozměrné korelace, což je odmocnina hodnoty R² neboli koeficientu determinace. Hodnota R² popisuje, jaký podíl celkové variability v závisle proměnné se nám podařilo vysvětlit naším modelem. Upravené R² má podobný význam jako koeficient determinace, bere však také do úvahy počet regresorů zahrnutých v modelu. Multilineární regresní model byl použit mezi výnosem a poměru meteorologických charakteristik.

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \quad (\text{rov. 4})$$

Kdy Y je závisle proměnná tedy výnos v EZ a KZ a jejichž hodnoty se snaží predikovat, a je konstanta, hodnoty b₁(T_{max}), b₂(T_{min}), b₃(r, mm), jsou regresní koeficienty a hodnoty X₁, X₂, X₃ jsou hodnoty nezávisle proměnné.

Cílem u mnohonásobné regrese je vysvětlit rozptyl mezi závisle proměnné Y, odhadnout (vypočítat) vliv každé z nezávisle proměnných X na proměnnou závislou. Sílu tohoto vlivu sdělují nestandardizované regresní koeficienty b. Vliv každé nezávisle proměnné je odhadován tak, že je kontrolováno působení ostatních nezávisle proměnných, které vstupují do modelu.

4.2.2 Kvalita regresních modelů

Hodnocení kvality modelu bylo provedeno pomocí korelačního koeficientů (r), koeficient determinace (R²) a hladina významnosti (p). Pomocí **korelačního koeficientu r** byla vyhodnocena závislost proměnlivosti produkčních kvalitních parametrů na denních

agrometeorologických charakteristikách ve vegetačním období brambor v letech 2002–2018 (rov. 1). Pokud nabývá korelační koeficient kladných hodnot, mají povětrnostní podmínky ročníku, pozitivní vliv na růst a vývoj brambor. Pokud nabývá koeficient r záporných hodnot, na vývoj a růst brambor mají teplotní a srážkový poměry vliv negativní. Pokud je statistická hladina významnosti $p \leq 0,05$, lze říci, že v daném období je korelace významná. Se zvyšující se hodnotou p významnost klesá.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{rov. 5})$$

Testuje se hypotéza H_0 , že výběr pochází z dvourozměrného normálního rozdělení, v němž je korelační koeficient nulový. Pro výpočet korelačního koeficientu (r), hladiny významnosti (p), šikmosti (b) a konstanty (a) byl použit program Statistica 12.

Koeficient determinace byl použit k vyjádření, do jaké míry nezávisle proměnná (srážky, teplota vzduchu minimální a maximální) ovlivňuje závisle proměnnou (výnos), tato hodnota byla vyjádřena v procentech.

Krabicový graf je zobrazen ve výsledné části, kde jsou porovnány dopady mezi konvenčním pěstováním brambor a pěstováním ekologickým. Krabicový graf znázorňuje rozdělení dat do kvartilů a zvýrazňuje medián a odlehlé hodnoty. Z krabic mohou vést vertikální čáry nazývané „vousy“. Tyto čáry označují proměnlivost mimo horní a dolní kvartily a jakýkoliv bod mimo tyto čáry neboli vousy, je považovaný za odlehlou hodnotu. Krabicové grafy se nejčastěji využívají ve statistické analýze. Tento graf je udělán z hodnot šikmosti lineárního modelů pro KZ a EZ.

4.3 Polní pokus

Jako kontrolu dat, které jsem získávala pomocí odborných publikací a meteorologického monitoringu, jsem zvolila krátkodobý pokus na farmě v konvenčním a ekologickém zemědělství během vegetace bramboru.

Konvenční farma

V této části diplomové práce jsem se účastnila polního pokusu na farmě. Rodina Stýblových pěstují konvenčně brambory na 1 ha půdy. Pokus byl proveden v kraji Vysočina v obci Rybníček, který leží v nadmořské výšce 450 m.

Na výsadbu byla použita předklíčená, zdravá, raná odrůda Adéla. Odrůda Adéla je určena pro přímý konzum a řadí se mezi varný typ B. Hlízy, jsou krátce oválné a dužina je žlutá. Je odolná proti napadení virovými chorobami a proti plísni bramboru a nati. U této odrůdy se může naskytnout, že bude mít nízký výnos. Délka vegetace je 110-120 dnů.

Na podzim byla použita zaorávka hnoje v dávce 25 t/ha. Na předseťovou přípravu (narušení hrud) byl použit rotavátor a rotační brány s prutovým válcem, a tato operace byla provedena 20. dubna 2019. Ve stejný den byly vysázeny brambory za pomoci sazeče bramor s dvěma zásobníky. Výsadba byla provedena do jednotného sponu 750 x 250 mm, při hustotě porostu 53 000 rostlin na hektar. Po dobu pěti hodin byli hlízy sázené. Na pokus bylo zapotřebí 25 l nafty (model Zetor 7245). Během vegetace byl použit herbicid Afalon + command na plevel-Svízel přířůla, Svlačec rolní, Lebeda a Lopuch velký. Sklizeň probíhala od 18. do 23. 9. 2019.

Ekologická farma

K porovnání výsledků mé práce jsem oslovila pana Ing. Musila z Olešenky z Vysočiny. Pan Musil pěstuje brambory ekologicky na třech hektarech půdy. Jeho ekofarma je certifikovaná.

V roce 2019 zvolil odrůdu Adéla, Gala, Monika a Rosára. V červnu byl aplikován chlévský hnůj z vlastního zdroje 30 t/ha. Na jaře smykování, vláčení a plečkování. Sázely se čtyři brázdy od 13. -17. 4. 2019.

Během vegetace pan Musil zaznamenával srážky a teploty, ale také procento ovlhčení listu pomocí softweru Agdata. Během vegetace nebyly brambory zavlažovány. Byla provedena třikrát proorávka mezi plodinami kvůli ničení plevelů. V polovině června až do poloviny července musel třikrát po čtrnácti dnech aplikovat fungicid, který je povolen v ekologickém zemědělství, proti plísni bramborové. Před sklizní byla nať mechanicky nadrcena. Sklizeň probíhala od 12.9 do 16.9 2019.

5 Výsledky

5.1.1 Změny extrémních teplot a srážek za sledované období

Sběrem dat za posledních sedmnáct let bylo zjištěno, o kolik se mění teplota maximální, minimální a úhrn srážek od března do září, kdy sledujeme vegetační dobu bramboru. Následující tabulka 6. podrobně zobrazuje, zda je změna za posledních 17 let negativní či pozitivní tuto hodnotu značí znaménko mínus či plus a číselnou hodnotu. Teplota maximální v březnovém měsíci za posledních 17 let klesala o $-0,4369$ °C. Tudíž můžeme konstatovat, že v tomto měsíci je spíše chladné počasí. V dubnu teplota stoupala o $1,0132$ °C za posledních sedmnáct let. V tomto měsíci je nebezpečí nízkých teplot, kdy výrazně snižuje budoucí výnos bramboru, jak ale vidíme, v dubnu se teplota zvyšuje. Nejvyšší nárůst teplot byl zaznamenán v květnovém měsíci, kdy teplota narůstá o $2,6078$ °C. V období vegetace je důležité sledovat maximální teplotu v červenci, kdy vysoké teploty mohou negativně ovlivnit výnos brambor. V tabulce je zobrazen nárůst v tomto měsíci o $1,3039$ °C. Tuto hodnotu můžeme považovat za negativní s ohledem na to, zda se v následujících letech bude tato hodnota každým rokem navyšovat. Musíme ovšem zohlednit, že brambory pochází z tropických částí kontinentu jižní Ameriky a ty jsou adaptovány na vysoké teploty.

Tabulka 6. Lineární model pro meteorologické charakteristiky (T_{max} , maximální teplota za období 2002-2018).

	Lineární rovnice	Hodnota spolehlivost	změna T_{max} za 17 let, °C
III.	$T_{max} = -0,0257 * t^{\circ}C + 6,661$	$R^2 = 0,0016$	-0,4369
IV.	$T_{max} = 0,0596 * t^{\circ}C + 12,952$	$R^2 = 0,0153$	1,0132
V	$T_{max} = 0,1534 * t^{\circ}C + 15,325$	$R^2 = 0,0299$	2,6078
VI	$T_{max} = -0,0314 * t^{\circ}C + 21,694$	$R^2 = 0,0093$	-0,05338
VII	$T_{max} = 0,0767 * t^{\circ}C + 23,198$	$R^2 = 0,059$	1,3039
VIII	$T_{max} = 0,0971 * t^{\circ}C + 22,685$	$R^2 = 0,035$	1,6507
IX	$T_{max} = 0,0858 * t^{\circ}C + 17,799$	$R^2 = 0,0276$	1,4586

Jako dalším ukazatelem byli změny nízkých teplot v období roku 2002-2018. Z tabulky 7. je vidět, že minimální teplota se spíše navyšuje. Minimální teplota klesala v červnovém měsíci o $-0,1122$ °C a v září o $-1,8632$ °C za posledních sedmnáct let. Avšak hladina významnosti je nízká.

Tabulka 7. Lineární model pro meteorologické charakteristiky (T_{min} , minimální teplota za období 2002-2018).

	Lineární rovnice	Hodnota spolehlivost	změna T_{min} za 17 let, °C
III.	$T_{min} = 0,1061 * t^{\circ}C - 2,1846$	$R^2 = 0,0866$	1,8037
IV.	$T_{min} = 0,1027 * t^{\circ}C + 2,0699$	$R^2 = 0,1695$	1,7459
V	$T_{min} = 0,0279 * t^{\circ}C + 7,1603$	$R^2 = 0,0141$	0,4743
VI	$T_{min} = -0,0066 * t^{\circ}C + 9,8596$	$R^2 = 0,0002$	-0,1122
VII	$T_{min} = 0,0275 * t^{\circ}C + 11,876$	$R^2 = 0,0599$	0,4675
VIII	$T_{min} = 0,0664 * t^{\circ}C + 11,349$	$R^2 = 0,0617$	1,1288
IX	$T_{min} = -0,1096 * t^{\circ}C + 9,9507$	$R^2 = 0,0578$	-1,8632

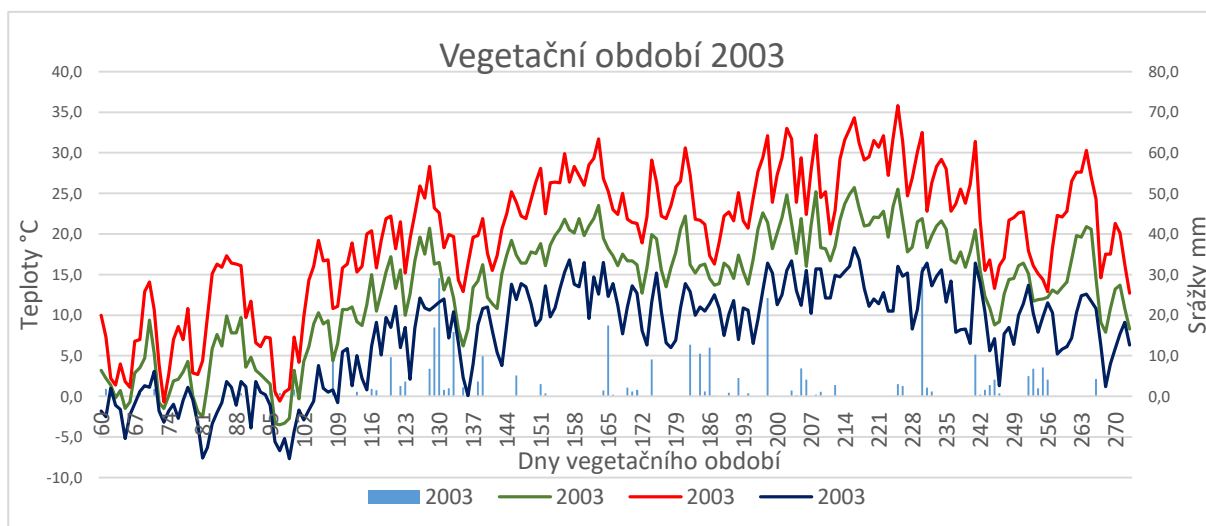
Jako třetí ukazatelem byli srážky, tedy úhrn srážek a změny v množství (mm) v jednotlivých měsících za posledních sedmnáct let (Tabulka 8). Tyto hodnoty v tabulce jsou záporné kromě měsíce září, kdy srážky za poslední 17. let narůstají o 21,1718 mm. Z těchto hodnot je vidět, že se srážky během posledních 17. let snižují. Zaměřím se na měsíc červen, kdy potřebujeme nejvíce vláhy v období vegetace bramboru. Z tabulky je vidět, že se v tomto měsíci snížil množství srážek pouze o -0,6868 mm. Největší vláhový deficit je v srpnovém měsíci (pokles srážek o -85,1836 mm), avšak hodnota spolehlivost je nevýznamna.

Tabulka 8. Lineární model pro meteorologické charakteristiky (úhrn srážek, mm za období 2002-2018).

	Lineární rovnice	Hodnota spolehlivost	změna srážky za 17 let, mm
III.	$mm = -0,4733 * mm + 41,518$	$R^2 = 0,0125$	-8,0461
IV.	$mm = -0,1453 * mm + 36,849$	$R^2 = 0,001$	-2,4701
V	$mm = -1,4564 * mm + 89,331$	$R^2 = 0,0522$	-24,7588
VI	$mm = -0,0404 * mm + 67,729$	$R^2 = 5E-05$	-0,6868
VII	$mm = -1,4314 * mm + 100,34$	$R^2 = 0,0262$	-24,3338
VIII	$mm = -5,0108 * mm + 131,64$	$R^2 = 0,2139$	-85,1836
IX	$mm = 1,2451 * mm + 44,594$	$R^2 = 0,0368$	21,1718

V této kapitole jsou zobrazeny teplotně a srážkově extrémní roky v období od roku 2002 až 2018, které mohli výrazně ovlivnit výnos u biobrambor, ale i u konvenčních brambor na Vysočině.

Graf 1, znázorňuje rok 2003. Dle tohoto grafu je patrné, že byla denní teplota dlouhodobě velice nadprůměrná. V měsíci červnu dokonce téměř o 4 °C než obvykle. V 196. dnu vegetace do 228. dne byly teploty nejvíce nadprůměrné a srážky byly minimální. V toto období, kdy rané brambory tvoří bobule a zrají, potřebují dostatek vláhy i především když se dlouhodobě drží vysoké teploty na 30 °C. Srážky v tomto období hrají důležitou roli při tvorbě výnosu. V 100. dni zobrazuje i teplotu -6 °C, kdy se brambor nachází v plném zapojení porostu a souvisí s tím i množství srážek, kdy nenapadlo ani milimetr a mohlo, tak výrazně poškodit porost nebo mohla uhynout nadzemní biomasa. Srážky zabrání rychlému roztání ledových krystalků v listovém pletivu, které jinak roztají tak rychle, že změny skupenství nikoli v kapalné (vodu), ale přímo v plynné (vodní páru), kdy listy vyschnou, zčernají a zaschnou. Při -6 °C zmrznou i pod zemí hlízy. Srážky byli v tomto roce poměrně dobře rozložené a za vegetaci napadlo 355,7 mm srážek. Tyto fakta potvrzují i zjištěné výnosy, kdy v roce 2003 byly na území Vysočiny 20,03 t/ha u konvence a 14,1 t/ha u ekologie.

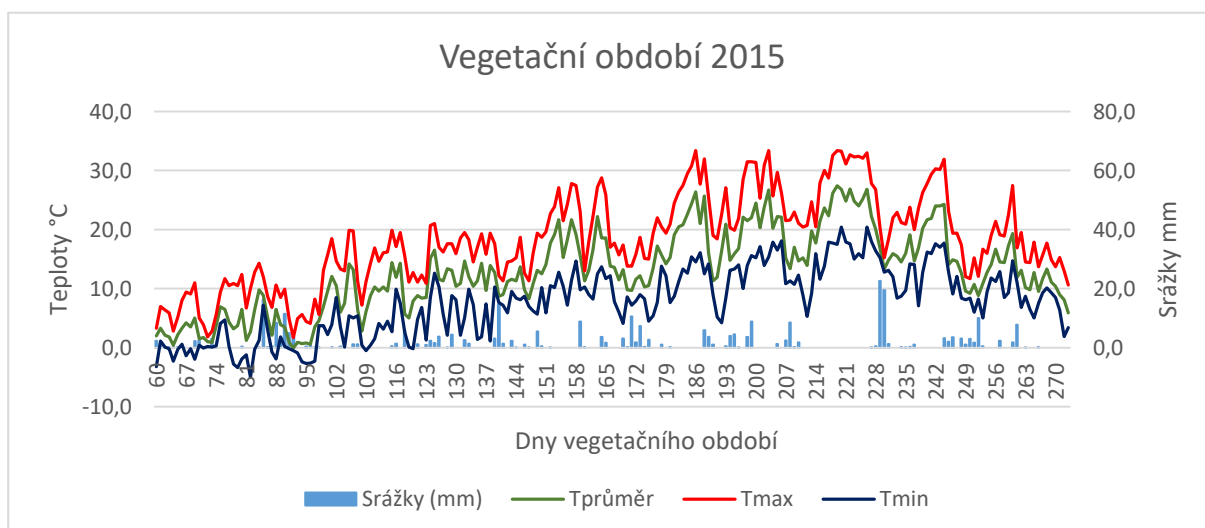


Graf 1. Klimadiagram poměr mezi teploty a srážky 1:2 (rok 2003).

Další extrémní rok byl 2015, kdy výnosy u KZ dosahovali pouze 21,8 t/ha a u EZ 12,3 t/ha. Graf znázorňuje teplotu maximální, která rovnoměrně stoupá a ke konci vegetace klesá. Můžeme jej tak hodnotit, že vysoká teplota neměla v tomto roce výrazný vliv na výnos.

Červen, červenec, srpen a září se teploty pohybovaly nad dlouhodobým průměrem, z toho nejvýrazněji v měsíci srpnu, kdy teploty byly v průměru o 4 °C vyšší, než je průměr. Ani nízké teploty nijak zvlášť neovlivnil výnos, protože jak můžeme vidět, nízké teploty doplňovali i srážky, kdy 83. den vegetace, když se na rostlině tvoří první listy, dosáhli minimální teploty až -5 °C. Ochránit rostlinu před takto nízkými teplotami mohli srážky, kdy napadlo 1,2 mm srážek. Ohrozit je mohli nízké teploty začátkem dubna (95. den vegetace) kdy mohli přemrznout, ale opět jej doprovázeli srážky, takže je toto ovlivnění méně pravděpodobné.

V tomto roce byl nedostatečný vláhový deficit, který měl vliv na výnos u obou sledovaných. V dubnu by mělo napadnout až 45 mm srážek, pro správnou tvorbu natě, tak napadlo pouze 20,5 mm (91. den vegetace). V červnu (151. den vegetace) napadlo 41,6 mm srážek. U velmi raných odrůd je zapotřebí aby v červnovém měsíci napadlo alespoň 90 mm,



Graf 2. Klimadiagram poměr mezi teploty a srážky 1:2 (rok 2015).

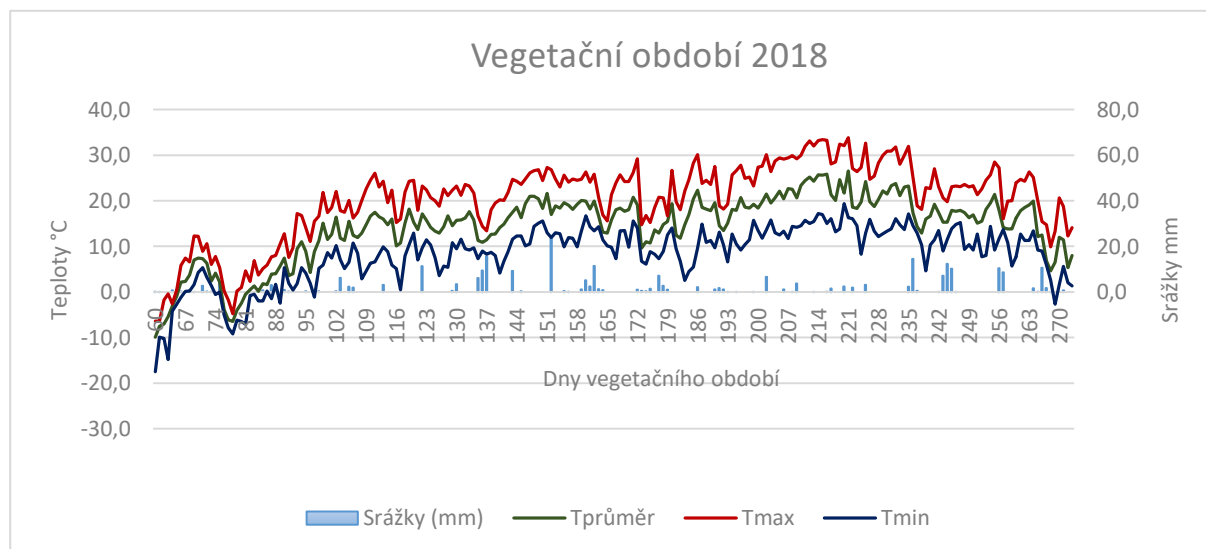
můžem tedy tyto hodnoty považovat za negativní působení na budoucí výnos. V červenci by pro kvetení a tvoření bobulí bylo zapotřebí u raných brambor alespoň 80 mm srážek. V tomto roce ovšem napadlo pouze 46,5 mm. Všechny vegetační měsíce v tomto roce byly silně srážkově podprůměrné, největší deficit nastal v měsíci červenci a září.

Posledním sledovaným extrémním rokem byl rok 2018. Tento rok byl vyhodnocen jako nejvíce negativní. Na počátku vegetace, dosahovaly nízké teploty až $-17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, o tři dny déle byla naměřena teplota $-14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Takto nízké teploty mohou způsobit, že hlízy spomalí svůj vývoj a růst nebo dojde k úplnému zastavení a hlíza odumírá. Během 79. dne vegetace, kdy se tvoří první listy na rostlině, dosahovala teplota $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při takto nízké teplotě dochází k úhynu nadzemní biomasy. V těchto mrazivých dnech nepršelo, a tak je více pravděpodobné, že došlo k 70 % úhynu rostlin.

Nízké teploty společně s nadměrnými vysokými teplotami nepřinesli nic dobrého. Z grafu vidíme, že začátkem dubna (100. den vegetace) se začla zvyšovat maximální teplota a udržovala se po celou vegetaci, kdy začátkem září se začala snižovat.

V těchto horkých a slunečných dnech je zapotřebí dostatek rozložené vláhy během vegetace. Bylo naměřeno, že za tuto vegetační dobu bramboru spadlo pouze 260,7 mm srážek. Tato hodnota byla vyhodnocena jako největší extrém za sledované roky. Ovšem musíme zohlednit, že takto naměřená hodnota stačí na to, aby rostlina přežila, jelikož potřebuje brambor během vegetace 228-261 mm srážek rovnoměrně rozložený za vegetační období. Když se podíváme na 242. den až 270. den vegetace, kdy dochází k zrání bramboru, tak během tohoto období rostlina potřebuje, aby přšelo co nejméně, nedocházelo k napadení houbovými chorobami a mohla tak být rovnoměrně provedena sklizeň.

V tomto roce byl výnos KZ 24,4 t/ha a byl zhodnocen jako průměrný výnos a u EZ 14,9 t/ha a byl vyhodnocen, také jako průměrný normální výnos.

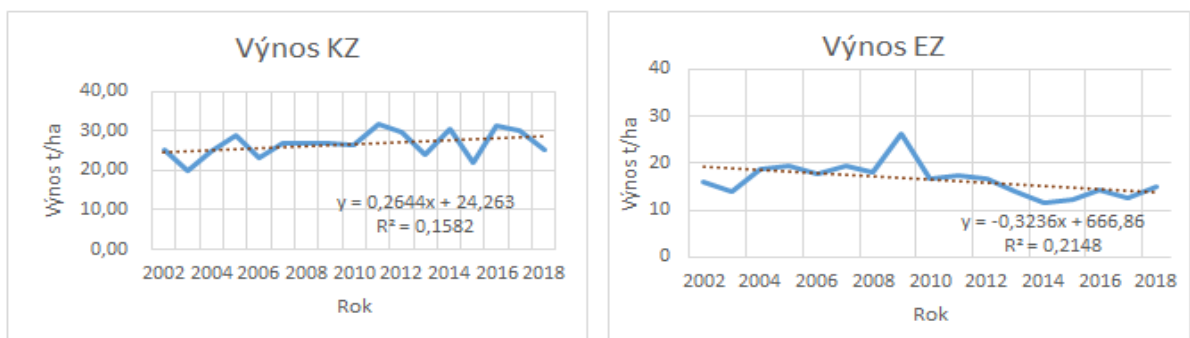


Graf 3. Klimadiagram poměr mezi teploty a srážky 1:2 (rok 2018).

5.1.2 Vyhodnocení lineárního trendu

V následujícím grafu 4. je zobrazena výnosová řada lineárního typu trendu za období mezi lety 2002 až 2018, tedy posledních sedmnáct let konvenčních brambor pěstovaných na území Vysočiny. Z grafu 4 je patrné, že nejvyšší výnosy byly v letech 2011 (31,83 t/ha) a v roce 2016 (31,11 t/ha). Naopak nejnižší výnos byl zaznamenán v roce 2003 (20,03 t/ha). Trend má tendenci rostoucí a během těchto let se navýšil z 25 t/ha na 26 t/ha, tedy se navýšil o 1 t/ha. Typ tohoto trendu by byl pro naše výnosy vhodný $R^2 = 0,1582$.

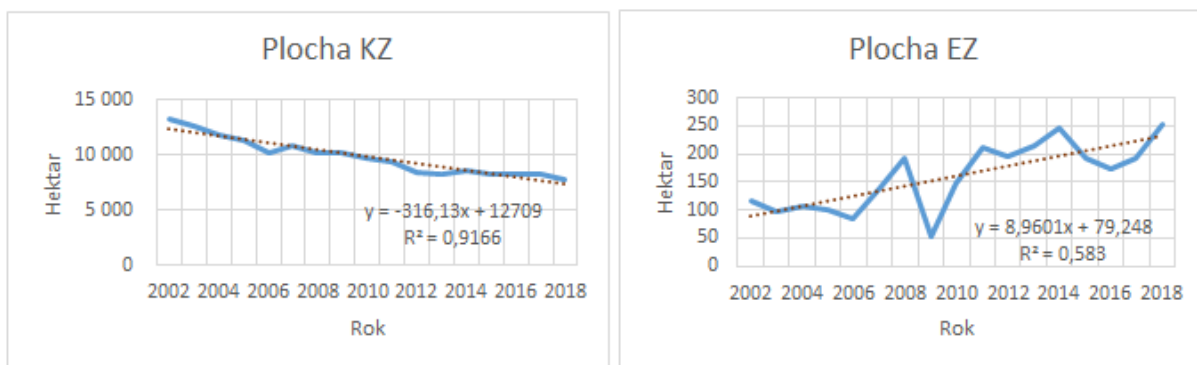
Stejný typ grafu jsem udělala i pro ekologicky vypěstované brambory. Nejprve si ukážeme, v jakých letech byli výnosy nejvyšší. Graf 4 znázorňuje, že nejvyšší hodnoty byly v letech 2009 (26,19 t/ha) a druhý nejvyšší výnos za rok 2007 (19,6 t/ha). Nejnižší výnos byl zaznamenán v roce 2014, kdy činil 11,55 t/ha. Typ tohoto trendu má tendenci klesající a klesá o 32 t/ha. V příloze této práce je tabulka, která zobrazuje detailní přehled výnosu.



Graf 4. Porovnání lineárního typu trendu výnosu brambor konveční, a ekologické zemědělství.

Podle situační a výhledové zprávy pro brambory byl leden 2016 teplotně průměrný, srážkově spíše podprůměrný, měsíc únor byl teplotně i srážkově nadprůměrný. Dle dat bylo zjištěno, že plocha na pěstování konvenčně pěstovaných brambor se od roku 2002 snižuje. Nejvíce byly brambory pěstovány na ploše 13 289 ha v roce 2002. V roce 2003 už na ploše 12 570 ha a nejmenší plocha byla zaznamenána v roce 2018, kdy činila pouze 7 830 ha na území České republiky. V roce 2011 a 2016, kdy byly zaznamenány nejvyšší výnosy, byla plocha pro rok 2011- 9 448 ha a v roce 2016- 8 302 ha. Trend je tedy klesající a klesá v průměru o 316,13 ha/rok. $R^2 = 0,9166$ závislost je tedy silná.

Plochy v ekologickém zemědělství byly nejvyšší v letech 2018 a 2014. V roce 2018 byli ekologicky vypěstované brambory na ploše 252,2 ha a druhá nejvyšší rozloha byla v roce 2014 (247,27 ha). Nejmenší plocha 54,16 ha byla zaznamenána v roce 2009. Z grafu vyplývá, že má tendenci rostoucí a roste 8,96 ha. Závislost je středně silná.



Graf 5. Lineární typ trendu konvenční a ekologické plochy vyjádřeny v hektarech.

5.1.3 Parametry modelu pro vliv teploty vzduchu a úhrnu srážek na výnos

Pomocí programu Statistica jsem udělala regresní model za sledované období 2002 až 2018 souhrně pro ekologické a konvenční zemědělství. V tabulce 8 je zobrazen vliv maximální teploty v období vegetace bramboru na jejich výnos v porovnání mezi konvenčním a ekologickým způsobu hospodaření. Důležitá je zde šikmost, která udává, jaký má dopad maximální teplota na výnos. Hodnota p je hladina významnosti 0,05. Pokud je hodnota menší než 0,05, tak je statisticky nevýznamný a znamená to, že máme v souboru málo dat. Konstanta a zobrazuje výnosy a můžeme si všimnout, že v konvenčním je vždy větší než v ekologickém, tím můžeme zhodnotit, že model funguje.

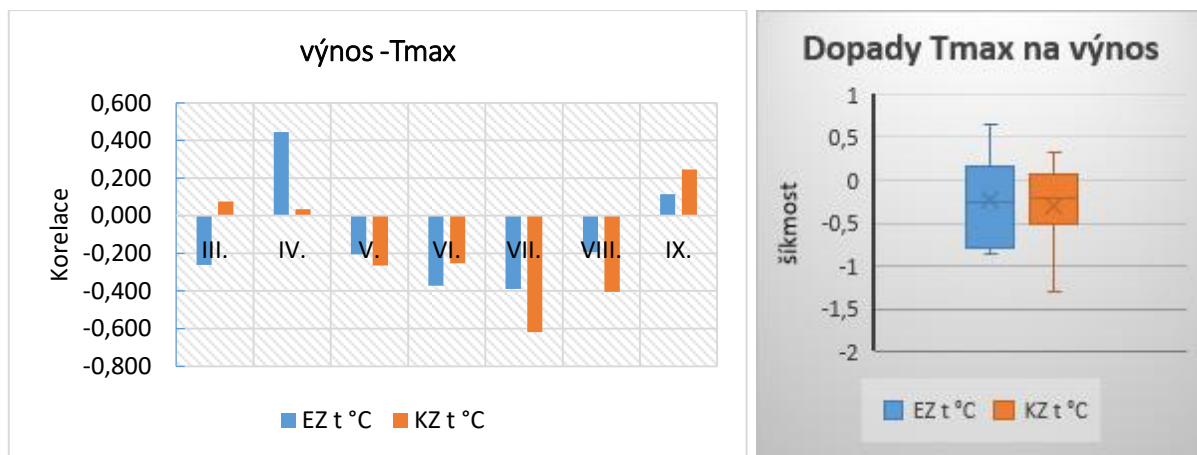
První sloupec vlevo v Tab. 9 zobrazuje měsíce vegetačního období. Když se zaměříme na měsíc březen (III.), tak vidíme, že v ekologickém zemědělství (dále už jen jako EZ) má maximální teplota negativní dopad na výnos kdežto u konvenčního zemědělství (dále už jen jako KZ) nemá maximální teplota v tomto měsíci negativní dopad na výnos. Korelační koeficient (r) zobrazuje, že záporná hodnota EZ negativně ovlivňuje výnos na počátku vegetace. Musíme tedy zvolit vhodné technologie, abychom zabránily vysokým teplotám v tomto měsíci např. použití mulče. V dubnu (IV.) jsou pro oba systémy kladné, tedy přímka rovnice roste, vliv maximální teploty je kladný a pozitivně ovlivňuje výnos. V EZ je z 39,90 % ovlivněn výnos na maximální teplotu ze 100 %, kde hrají roli srážky, nízké teploty, technologie na přípravu půdy apod. Můžeme tedy říct, že je to nejvíce příznivý měsíc pro EZ. V květnu má pro obě kategorie negativní dopad, pokud se objeví vysoké teploty, ovšem výnos je ovlivněn pouze z 10 % EZ a 11 % KZ. Červen zobrazuje u obou sledovaných negativní dopad vysoké teploty na výnos. Pokud budou v měsíci VI. vysoké teploty tak z 29 % ovlivňuje výnos u ekologicky pěstovaných brambor. Nejméně nepříznivé podmínky byly v červenci. V tomto měsíci byl výrazně ovlivněn výnos. V ekologickém zemědělství je ovlivněn výnos na maximální teplotu z 27 % a KZ z 45 %. Srpen (VIII.) má negativní dopad na výnos u KZ vysoká teplota jej ovlivňuje z 37,70 %. Poslední měsíc září má u obou kladnou hodnotu, tudíž vysoká teplota pozitivně ovlivňuje výnos u obou sledovaných v tomto měsíci.

Tabulka 9. Lineární regresní model vliv vysokých teplot na výnos.

	a		b		r		R2, %		p	
	Konstanta		šikmost							
	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C
T max										
III.	18,319	26,147	-0,281	0,077	-0,261	0,075	6,808	0,568	0,053	0,050
IV.	7,836	26,013	0,643	0,047	0,444	0,034	39,900	0,115	0,050	0,060
V.	19,206	29,953	-0,161	-0,198	-0,205	-0,264	10,000	11,000	0,030	0,060
VI.	33,580	37,6949	-0,797	-0,516	-0,372	-0,253	29,000	15,000	0,015	0,060
VII.	37,057	57,751	-0,860	-1,302	-0,389	-0,619	27,000	45,000	0,010	0,020
VIII.	22,617	38,833	-0,259	-0,517	-0,193	-0,404	3,708	37,700	0,050	0,050
IX.	13,631	20,770	0,155	0,316	0,115	0,245	1,317	6,025	0,006	0,080

Graf 6a znázorňuje korelaci mezi maximální teplotou vzduchu a výnosem brambor v EZ a KZ. Osvědčilo se, že nejprůzračnější měsíce pro konvenční zemědělství byl březen, duben a září. V ekologickém byl měsíc duben a září. Pro oba systémy se nám tedy shoduje měsíc duben. V měsíci květen, červen, červenec a srpen hodnotíme, jako stav, kdy jsou nežádoucí vysoké teploty vzduchu, protože by negativně mohli ovlivnit výnos bramboru.

Krabicový graf 6b ležící textu vpravo, znázorňuje dopady vysokých teplot na výnos pro oba sledované systémy. U obou systémů můžeme vidět malou variabilitu. Modus tohoto grafu se pohybuje v záporných číslech a můžeme proto jej zhodnotit, že vysoké teploty u obou sledovaných mají negativní dopad na výnos. V EZ jsou tyto dopady intenzivnější než u konvence.



Graf 6. Dynamika korelačního koeficientu mezi výnosem a max. teplotou vzduchu (a) a dopady max. teplot mezi KZ a EZ (b).

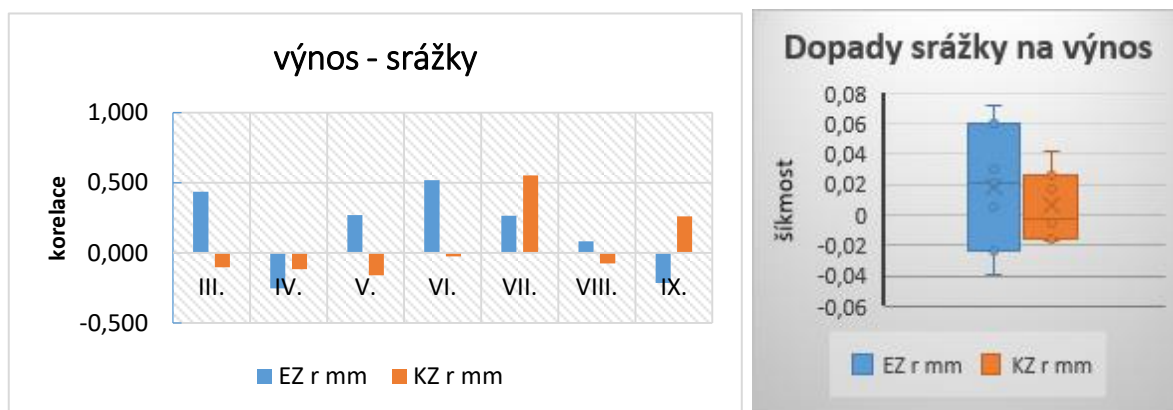
Úhrn srážek má průměrný podíl na výnos, ale je variabilní během vegetace (Tabulka 10). Měsíc březen (III.) dle šikmosti udává, že byl negativně ovlivněn výnos u konvence, naopak u ekologického zemědělství nijak zvlášť ovlivněn nebyl. Může tomu být tak, protože v ekologickém zemědělství se využívají technologie např. mulčování přírodním materiálem, a tak dochází k většímu zadržování vody a menšímu výparu vody z půdy. V tomto měsíci považujeme u konvence, že tento model není významný, protože byl ovlivněn pouze z 1 %, potvrzuje to hodnota p kdy je větší než 0,05. U ekologického je ovlivněn z 18,99 % a tak můžeme toto číslo považovat za středně silnou závislost na budoucí výnos. Měsíc duben měl negativní dopad na nedostatek srážek, kdy rostlina potřebuje více vody než v březnu, protože rostlina má při klíčení a vzcházení dostatek vody v hlízách a má tak tedy zásobu vody. Procentuálně je ovšem ovlivněn pouze z 6,49 % EZ a 1,39 % KZ. V květnu a červnu měl negativní dopad množství srážek u konvence, naopak u ekologického zemědělství neměl negativní dopad na budoucí výnos. Je tomu tak, že půdy, které jsou obhospodářovány ekologicky, mají více organické hmoty v půdě a tím pádem více humusu, který zadržuje vodu. Biofarmy dodávají do půdy především organická hnojiva jako je kompost, chlévský hnůj, kejda, hnojůvka či močůvka, a především také dodržují osevni postup nebo využívají zeleného hnojení. V červnu spadá nejvíce srážek a má tak vysoký vliv na výnos. U EZ je z 26,71 % ovlivněn množství srážek na výnos v tomto měsíci. Na druhou stranu u konvence je ovlivněn pouze z 0,06 %, čímž nemá velký vliv na výnos, a tak není tento model významný. V červenci (VII.) spadá v průměru kolem 80 mm srážek a u konvečních brambor měl z 30,42 % vysoký vliv na výnos ovšem konstanta p udává, že je menší než 0,05 takže tuto hypotézu zamítáme. Srpen neměl z procentuálního hlediska velký význam na výnos. Měsíc září negativně ovlivnil množství srážek u EZ a u KZ naopak pozitivně ovlivnil. Je důležité si uvědomit, že množství srážek neklesá a je v průběhu roku variabilní, větší negativní dopady má stále se zvyšující teplota vzduchu.

Tabulka 10. Lineární regresní model vliv srážek na výnos.

	a		b		r		R ²		p	
	konstanta		šikmost		EZ	KZ	EZ	KZ	EZ	KZ
	EZ	KZ	EZ	KZ						
srážky (mm)										
III.	13,834	27,248	0,072	-0,016	0,436	-0,103	18,991	1,066	0,050	0,060
IV.	17,911	26,040	-0,039	0,017	-0,255	-0,116	6,494	1,339	0,050	0,050
V.	14,264	27,917	0,030	-0,017	0,270	-0,160	7,271	2,565	0,080	0,070
VI.	12,451	26,836	0,060	-0,003	0,517	-0,026	26,716	0,066	0,050	0,080
VII.	14,693	23,014	0,021	0,041	0,264	0,552	6,952	30,429	0,050	0,020
VIII.	16,052	27,047	0,005	-0,005	0,083	-0,076	0,688	0,578	0,060	0,060
IX.	17,806	25,155	-0,023	0,027	-0,215	0,260	4,624	6,774	0,060	0,060

V následujících dvou grafech vidíme (7a-b), v jakých měsících je úhrn srážek žádoucí s ohledem na výnos. I přesto, že je korelační koeficient slabý ukazuje nám směr vlivu příznivých či nepříznivých podmínek. Úhrn srážek je variabilní během vegetace, ale ročně úhrn roste. Z grafu je patrné, že oba sledované systémy vykazují proměnlivost a skoro nikdy se neshodují. Pouze negativním dopadem a to v IV. měsíci, kdy nedostatek srážek ovlivnil u obou výnos na konci vegetace.

Krabicový graf (7b) znázorňuje porovnání dopadů mezi ekologické a konvenční zemědělství na množství srážek za sledované období. Nejvyšší rozsah vlivu u EZ je variabilní během vegetace, protože jsou hodnoty kladné i záporné. U KZ není variabilita velká, modus se pohybuje okolo nulové stupnice, což znamená, že u EZ má pozitivní, ale i negativní dopady množství srážek na výnos, přičemž u konvence je více pozitivní za celé období. Je tomu tak, protože v konvenci jsou použity pesticidy a tím dochází ke zvýšení výnosu a tím dochází k nižším ztrátám na budoucím výnosu. Pokud nahlédneme zpět do tabulky, tak můžeme vidět, že pouze v červenci množství srážek ovlivnilo výnos z 30,42 %, v ostatních měsících srážky ovlivňovali pouze kolem 0 až 6 %.



Graf 7. Dynamika korelačního koeficientu mezi výnosem a srážkami (a) a dopady množství srážek mezi KZ a EZ (b).

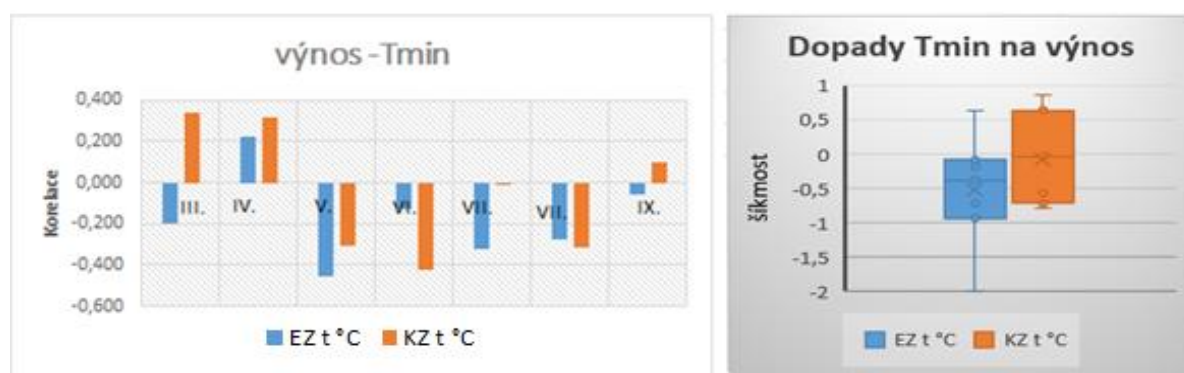
Poslední parametry modelu zobrazuje vliv nízkých teplot (minimalní teplota vzduchu) na výnos brambor u konvence a ekologie. Měsíc březen nepředstavuje významnou roli na tvorbu výnosu, protože se brambory sázejí koncem března až do poloviny května. Z tabulky vyplývá, že v březnu má negativní dopad nízká teplota u EZ pouze z 3,85 %. V dubnu jsou hodnoty u EZ i KZ kladné a nízké teploty ovlivňují výnos u EZ pouze ze 4,88 % a u KZ z 10,14 %. Můžeme jej tak zhodnotit, že tento měsíc není ze statistického hlediska významný a nemá tak nízká teplota vliv na budoucí výnos. Květen hraje velice významnou roli na výnos u obou sledovaných systémů hospodaření. Pokud se teploty pohybují velmi nízko a dochází tak k pozdním jarním mrazíkům, tak velice výrazně ovlivňuje výnos plodiny. Už při teplotě -1 až -2°C odmunírá nař. Hodnoty naměřené ze stanice v Příbyslavi sumarizuje, že nízké teploty v EZ ovlivňují výnos z 25 % a u KZ z 21 %. Toto procentuální vyjádření hodnotím za velmi vysoké. Měsíc červen zobrazuje také u obou negativní dopad na výnos. U EZ je ovlivněn z 15 % a u KZ z 29 %. U konvence je tato hodnota vyšší. Může tomu tak být, protože může mít zde vliv použité technologie, kdy u EZ se proti mrazům může zadýmit nebo zakrýt porost netkanou textilií či fólií. Této technologie se nedá využít v KZ, protože se brambory pěstují na

velkých plochách a cena na materiál by byla příliš vysoká. Červenec negativně ovlivňuje výnos více u EZ a to z 10,57 % a u KZ 0,004 %. Tyto hodnoty jsou příliš malé a můžeme jej tak statisticky zhodnotit jako nevýznamné. Srpen zobrazuje stejnou situaci jako červenec, ale má obrácený jev. Kdy nízká teplota více ovlivňuje výnos pro konvenční zemědělství z 9,98 %. Září u EZ negativně ovlivňuje výnos a u KZ naopak. Procentuálně u EZ pouze 8 % a KZ 9 %.

Tabulka 11. Lineární regresní model vliv na výnos.

	a		b		r		R2		p	
	konstanta		šikmost		EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C
	EZ t °C	KZ t °C	EZ t °C	KZ t °C						
Tmin										
III.	16,049	27,419	-0,379	0,631	-0,196	0,342	3,835	11,722	0,060	0,080
IV.	14,662	24,103	0,619	0,849	0,221	0,318	4,889	10,141	0,060	0,060
V.	23,491	31,9552	-0,941	-0,717	-0,456	-0,305	25,000	21,000	0,010	0,010
VI.	18,331	32,315	-0,185	-0,579	-0,128	-0,421	15,000	29,000	0,010	0,010
VII.	41,064	27,089	-2,000	-0,037	-0,325	-0,006	10,579	0,004	0,020	0,105
VIII.	25,217	36,028	-0,728	-0,786	-0,279	-0,316	7,787	9,986	0,030	0,090
IX.	17,317	26,399	-0,090	0,027	-0,058	0,100	8,000	9,000	0,060	0,090

Na korelačním grafu 8a vidíme, že květen, červen, červenec a srpen negativně ovlivnil výnos z hlediska nízkých teplot. Měsíc březen a září byli u EZ a KZ variabilní. Pozitivní je u obou v dubnovém měsíci, protože tento měsíc nijak zvlášť neovlivňuje budoucí výnos. Ze statistického hlediska jsou hodnoty v EZ menší než hodnoty KZ. Dopady, které jsou zobrazeny v krabicovém grafu 8b ukazují, že KZ je více variabilní modus který se blíží více k nulové přímce nežli EZ, který není variabilní. Můžeme jej zhodnotit tak, že u obou sledovaných systémů mají nízké teploty negativní dopad na výsledný výnos brambor. U ekologického má značně vyšší negativní dopad než u konvence.



Graf 8. Dynamika korelačního koeficientu mezi výnosem a minimální teplotou (a) a dopady minimálních teplot mezi KZ a EZ (b).

5.1.4 Odhad dopadů extrémních teplot vzduchu a srážek na výnos brambor s využitím multilineárního regresního modelu

Odhad výnosů plodin nebo dopady extrémních teplot vzduchu a srážek na výnos brambor lze provést s využitím multilineárních modelů (Tabulka 12). Byly vytvořeny 4 modely se vstupními hodnotami maximální a minimálních měsíční teploty vzduchu a úhrn srážek ve vybraných měsících pro KZ a EZ (MLR1- EZ, MLR1- KZ, MLR2- EZ, MLR2- KZ, MLR3- EZ, MLR3- KZ, MLR4- EZ a MLR4- KZ). Výstup ukazuje výsledky přizpůsobení modelu vícenásobné lineární regrese k popisu vztahu mezi EZ a třemi nezávislými proměnnými. V následující tabulce 12 jsou zobrazeny rovnice, které nám vyjadřují z kolika procent je nejvíce ovlivněn výnos ve sledovaných měsících.

Byl vybrán měsíc duben, červen a červenec, protože tyto měsíce nejvíce ovlivňují budoucí výnos. V dubnu ho nejvíce ovlivňují nízké teploty. V červnu naopak srážky a největší vliv na výnos mají vysoké teploty v červenci. Z procentuálního zhodnocení bylo zjištěno, že 21,13 % byl ovlivněn výnos na nízké teploty v ekologickém zemědělství. U konvenčního bylo ve stejném měsíci ovlivněn výnos nízkými teplotami z 17,47 %. Je tedy patrné, že pokud se budou vyskytovat v dubnovém měsíci nízké teploty, tak budou mít více negativní vliv u ekologie. V červnu, množství srážek ovlivňují výnos z 30,70 % u EZ a 22,22 % u KZ. Tudíž tu máme stejný předpoklad jako u předešlé sledované hodnoty. Naměřené hodnoty za sledované období dokazují, že množství srážek více ovlivňují výsledný výnos u ekologického zemědělství.

V červenci je zapotřebí, aby se nevyskytovali dlouhodobě vysoké teploty. Z multilineárního modelu vyplývá, že z 38,91 % negativně ovlivňuje výnos vysoké teploty u EZ a u KZ 43,10 %. U EZ tedy méně hrozilo, že nadměrné teploty negativně ovlivní výnos než obvykle.

Model (MLR4), který zobrazuje všechny tři měsíce, se jeví jako nejvíce rizikový, jejichž vlivy působení mohou mít během vegetace největší podíl na snížení výnosu. Souhrn ukazuje, že teplota minimální, maximální a úhrn srážek v měsíci duben, červen a červenec je z procentuálního hlediska negativně ovlivněn u konvenčního zemědělství 48,08 %. U ekologického je to pouze z 20,81 %.

Tabulka 12. Odhad dopady extrémních teplot vzduchu (T_{max} a T_{min}) a srážek (r , mm) na výnos brambor s využitím multilineárních modelů.

Model	Rovnice výnos t/ha $Y=a+b_1 X_1+b_2 X_2+b_3 X_3$	R^2
MLR1-EZ	$6.95631 + 0.811743*IV. T_{max} - 0.466457*IV. T_{min} + 0.000169968*IV. r, mm$	21.1388
MLR1-KZ	$27.2681-0.405806*IV. T_{max} + 1.45418*IV. T_{min} + 0.0139277*IV. r, mm$	17.4782
MLR2-EZ	$22.9111-0.436906*VI. T_{max} - 0.0500289*VI. T_{min} + 0.0511969*VI. r, mm$	30.7028
MLR2-KZ	$42.5413-0.44713*VI. T_{max} - 0.532446*VI. T_{min} - 0.016418*VI. r, mm$	22.2271
MLR3-EZ	$48.2307-0.526163*VII. T_{max} - 1.64527*VII. T_{min} + 0.00914157*VII. r, mm$	38.9113
MLR3-KZ	$42.3698-1.10634*VII. T_{max} + 0.777986*VII. T_{min} + 0.0145263*VII. r, mm$	43.1033
MLR4-EZ	$26.1341 + 0.475154*IV. T_{min} - 0.597573*VI. T_{max} + 0.0200436*VII. r, mm$	20.8186
MLR4-KZ	$20.3623 + 1.10761*IV. T_{min} - 0.0517739*VI. T_{max} + 0.0465762*VII. r, mm$	48.0283

5.1.5 Vyhodnocení polního pokusu

Následující tabulka zobrazuje souhrn srážek a teplot za sledované období 2019, k němuž náleží výnos. Tyto dvě oblasti jsou od sebe vzdálené 41 km. Teploty a srážky jsou proto vyrovnané. U Ekologického zemědělství byl výnos nižší o 5 t/ha.

Tabulka 13. Výsledky jednoletého polního pokusu 2019.

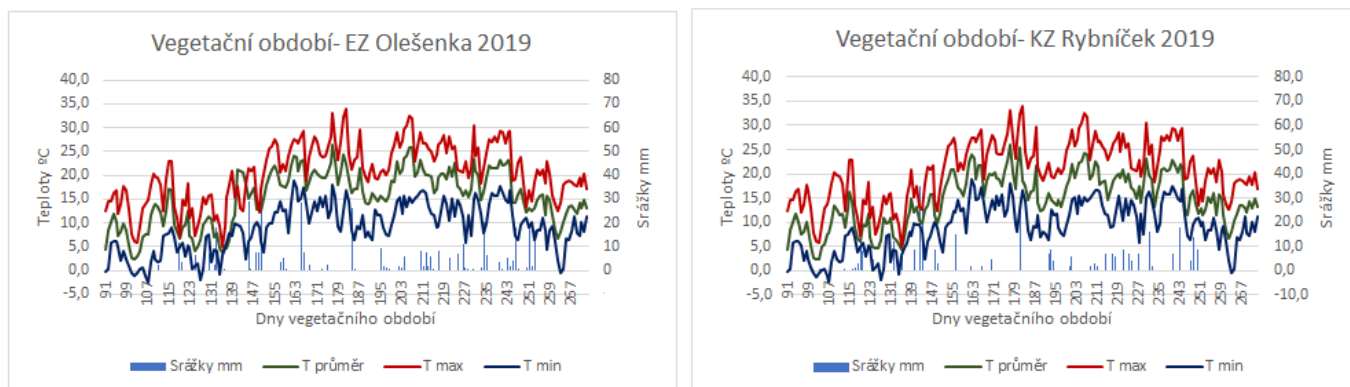
Ekologické zemědělství 2019			Konvenční zemědělství 2019		
Výnos (Adéla)	ØTeploty	ØSrážky	Výnos (Adéla)	ØTeploty	ØSrážky
25	15,4	391,2	30	14,7	340,2

Pro bližší porovnání byl zpracován graf 9, který zobrazuje výkyvy teplot a srážek. Na počátku vegetace, dubnového měsíce, kdy rostlina vzchází, můžeme vidět, že největší minimální teplota byla 107. den vegetace a to $-2,6$ °C. V této rostlinné fázi nemuselo dojít k žádnému, nebo minimálnímu poškození. Takto nízká teplota, by mohla být ohrožující v případě, že by rostlina měla už listy a tato teplota by se vyskytovala dlouhodobě. Z grafu je patrné, že takto nízká teplota byla pouze v tomto dni.

Den 127. vegetace byla naměřena u obou sledovaných $-1,9$ °C. V této vegetační fázi má již rostlina listy, a mohlo by tak dojít k narušení pletiv. Tato teplota nebyla doprovázena srážkami, a tak tu vzniká větší pravděpodobnost, že byla pletiva narušena, a mohlo dojít k úhynu některých rostlin. Pokud by takto nízké teploty přetrvávali v dubnu, je tu největší pravděpodobnost, že se projeví negativně na výnosu.

Červen je měsíc, kdy úhrn srážek hraje důležitou roli na tvorbu budoucího výnosu. Z grafu (151. den vegetace) můžeme vidět, že v tomto měsíci napršelo v Olešence 51 mm a v Rybníčku pouze 24 mm. V červnu potřebují brambory nejvíce vláhy u raných odrůd jako je Adéla je zapotřebí až 90 mm srážek. Takto nízké srážky mohli snížit výnos až o několik procent. V Olešence, ani v Rybníčku nebyla použita doplňková závlaha.

První červencový den byla naměřena nejvyšší teplota za vegetaci 33,9 °C. Vysoké teploty z dlouhodobého hlediska zpomalují růst rostliny bramboru. Z grafů je patrné, že tyto hodnoty se udržovali dlouhodobě a to konkrétně od červencového období 166. den vegetace až do začátku září (244. den vegetace).



Graf 9. Klimadiagramy (1:2) úhrn srážek a teploty 2019.

6 Diskuze

Následující kapitola je věnována diskuzi, která je zaměřena na výnosy a možnosti snižování výnosů na úkor meteorologických jevů. Snaží se přiblížit výsledky, ke kterým se v jednotlivých letech dospělo a vysvětlit co je ovlivnilo.

Na výnos, ale i kvalitu brambor mají vliv srážky, teploty a vedlejší faktory jako je výběr vhodné sadby, nakličování nebo narašení hlíz, agrotechnika, osevní postup a pěstební oblast. Tyto jevy, zejména teploty a srážky mají buď pozitivní, nebo negativní vliv na velikost, počet a hmotnost hlíz.

Pokud se rozhodneme pěstovat brambory, musíme nejprve zvolit vhodnou odrůdu na dané stanoviště. Pro vhodný výběr sadby je zapotřebí znát účel pěstování. Tímto směrem jsou brambory konzumní, průmyslové a krmné. V této studii se jedná o brambory pro přímý konzum. Také je dobré se rozhodnout podle délky vegetační doby bramboru, zda pěstovat brambory velmi rané, rané, polorané, polopozdní či pozdní. Nejlépe je, když zvolíme odrůdu, která je certifikovaná a tím je zaručena její pravost a zdravotní stav. Výběr odrůdy vždy závisí na regionu. Nejlepší odrůdy pro rok 2020 ve středním regionu byli Gala, Vega, Colomba, Red Scarlett, Anna, Madeira a Baltská růže (Kiselev 2020). Předpokladem kvalitní a zdravé odrůdy je budoucí plodiny.

Prvním důležitým předpokladem pro správnou tvorbu výnosu a kvality hlíz je nakličování či narašení hlíz před sadbou a správně zvolená odrůda na dané stanoviště. Hruška (1974) uvádí, že na předkličování hlíz na světle, krátký osmihodinový den působí příznivě na růst klíčků, avšak dlouhý šestnáctihodinový den a nepřetržité osvětlení (24 hod.) jej brzdí. Jůzl (2014) uvádí, že při teplotě 8–12 °C se nechají hlízy ve tmě vyrašit, následně se po vytvoření 3–5 mm dlouhých klíčků zvýší teplota na 12–18 °C a začíná se s osvětlováním po dobu 8–12 hodin denně. Přibližně týden před výsadbou se klíčky otužují při teplotě 6–8 °C.

U velmi raných odrůd brambor by měl být dostatek srážek zejména v dubnu a květnu, u raných odrůd v červnu a červenci, u poloraných od konce června, v červenci a v srpnu, u polopozdních a pozdních v červenci a září (Čepl et al. 2003). Hamouz (1994) a Hruška (1974) se shodují na ročním úhrnu srážek, který by se měl pohybovat v rozmezí 650–800 mm. Srážky během první poloviny vegetace mají vliv hlavně na růst natě, v červnu a červenci ovlivňují počet hlíz na rostlině a ve druhé polovině vegetace ovlivňují hlavně hmotnost hlíz (Petr et al. 1980). Dle výsledků studie vyplývá, že za posledních sedmnáct let klesá množství srážek v měsících od března do srpna. V červnovém měsíci roku 2003 byly zaznamenány nejnižší množství srážek s hodnotou 33,9 mm. V porovnání s výnosem ve sledované oblasti za tento rok byla tato hodnota nejnižší za sledované roky a to 20,03 t/ha u KZ a 14,1 EZ. Z těchto hodnot vyplývá, že nedostatek srážek v červnovém měsíci, kdy jsou tvořeny hlízy a jejich hmotnost můžeme vyvodit, že takto malé množství srážek značně ovlivnilo výnos v tomto roce ve sledované oblasti. Tento negativní dopad můžeme vyřešit závlahou společně se softwerm, který nám bude hlídat množství urhnutých srážek. Mezi spolehlivý software mohou doporučit Agdata, který používal na farmě pan Musil z Olešanky. Tento typ zaznamenává vlhkost půdy a je tak možné si regulovat doplňkovou závlahu. Podobné poznatky uvádí i Bani-Hani et al. (2018) na základě vlastních pokusů s kapkovou závlahou a

různým dodaným množstvím, kdy nejvyšších výnosů a počtu hlíz bylo dosaženo při dodávce vody pokrývající na 100 % vláhovou potřebu rostlin, směrem k nižším anebo vyšším dávkám tyto parametry klesají. Další negativní dopad na srážkový deficit měl podle studie i rok 2015. Procentuálně bylo zhodnoceno, že srážky mají značný vliv u EZ z 30,70 % a u KZ 22,22 %. Tyto hodnoty jsou rozdílné, protože zde hraje největší role používání pesticidních látek či nedodání dopňkové závlahy. Většina autorů se shoduje v tom, že pokud dojde k omezení aktuální evapotranspirace porostu brambor nedostatkem vláhy v půdě, dojde i ke snížení konečných výnosů v porovnání s dostatečně zavlaženým porostem. Velmi názorně to ukazuje Ayas (2010, 2013), kdy každé snížení aktuální evapotranspirace oproti potenciální má za následek snížení výnosu. Dostatečně zavlažený porost má zároveň i vyšší hmotnost a velikosti hlíz a jejich vyšší počet v trsu. Naproti tomu se vzrůstajícími závlahovými dávkami klesá obsah škrobu a sušiny. U ekologického zemědělství nahrazujeme pesticidní látky správnou a pečlivou agrotechnikou, osevni postup, kdy zabraňujeme nárůstu mandelinky bramborové, včasném sázení a sklizení a ošetřování rostlin během vegetace. V tomto systému se užívá přímých a nepřímých metod například u Mandelinky z nepřímých metod dodržujeme 4 letý osevni postup. Z přímých metod je to sběr brouků. Proti plísni šedé, která patří mezi nejnámější chorobu bramboru, je možnost fungicidní ochrany, které jsou omezené, založeny pouze na použití měďnatých přípravků (v maximální dávce 6 kgCu/ha), které lze rozdělit na 2 až 4 dávky. Důležitou součástí ochrany proti plísni bramboru je ukončení vegetace, jehož cílem je omezení infekce hlíz. Odstraněním natě se sníží další tvorba spor a jejich smyv srážkami k hlízám. Ukončení vegetace v ekologickém zemědělství je možné provádět pouze mechanicky, avšak je méně účinné a nezastaví tvorbu spor patogena na zbytcích rostlin (Vokál a kol. 2004).

Teplota by měla být v jednotlivých měsících v období vegetace rozdílná. Jak uvádí Petr et al. (1980), nať bramboru začíná růst při teplotě 5–6 °C. Pro následný růst natě je optimální teplota 20–21 °C. Při teplotě 30 °C a více se růst natě zastavuje. Obsah vysokých teplot může být důsledkem globálního oteplování. Současná průměrná globální teplota je o 0,85°C vyšší než ke konci 19. století. Teplotní záznamy se vedou již od roku 1850, přičemž za poslední tři desetiletí teplota stabilně stoupá. Takto vysoké teploty dle výsledků negativně působí v 2. polovině vegetace. Podle výsledků se červen jeví jako negativní vliv vysokých teplot na výnos. Pokud budou v měsíci VI. vysoké teploty tak z 29 % ovlivňuje výnos u ekologicky pěstovaných brambor. Nejméně nepříznivé podmínky byl pro měsíc červenec, který výrazně ovlivnil výnos, pokud jsou dlouhodobě pozorovány nadměrné vysoké teploty.

Při teplotě -1 °C až -1,5 °C dochází ke zničení natě mrazy. Z výsledků, kde byly hodnoceny nízké teploty v období od roku 2002-2018 bylo zjištěno, že minimální teplota se spíše navyšuje. Minimální teplota klesala v červnovém měsíci o -0,1122 °C a v září o -1,8632 °C za posledních sedmnáct let, avšak hladina významnosti je nízká. Snižování teplot v květnu, červnu a červenci mohou mít negativní dopad na výnos. Nejextrémnějším rokem za sledované období byl rok 2018. Na počátku vegetace byli extrémně nízké teploty a ty mohli způsobit zpomalení růstu a vývoje rostlin. Při takto nízkých dlouhodobých teplotách může dojít až k 70 % úhynu rostlin. Ovšem když tyto fakta porovnáme s výnosem u obou sledovaných, tak na výnos brambor neměly tyto negativní dopady značný vliv. Výnos byl u obou průměrný.

Z polního pokusu v roce 2019 je patrné, že srážky ani teploty neměli značný vliv na výnos, jelikož naměřené hodnoty byly z regionů, které byly od sebe blízko vzdálené, a ve

všech sledovaných hodnot se shodovaly. Riziko, které mohlo vzniknout, bylo v červnovém měsíci, kdy na ekologické farmě napršelo 51 mm a v konvenčním zemědělství 24 mm. Ovšem v následujícím hodnocení a porovnání výnosu bylo zjištěno, že u KZ je vyšší výnos než u EZ a to o 5 t/ha, může tomu být tak, protože v KZ bylo během vegetace použita aplikace insekticidů a herbicidů, jenž dodal rostlinám značnou sílu v růstu a vývoji, a tak budoucím výnosu. V ekologickém systému hospodaření je zakázán typ těchto chemických látek, které škodí půdám včetně edafonu, lidem i životnímu prostředí. V porovnání s výnosem za rok 2019 v oblasti Vysočiny byl dle Českého statistického úřadu 25,99 t/ha KZ. Podle Menclové (2019) mělo sucho v roce 2019 velmi negativní dopad na výnos brambor v celé Evropě. Procentuálně se v tom roce výnos snížil o -7,9 % v porovnání s rokem 2018.

V této práci byl zaznamenán monitoring výnosů brambor v letech 2002-2018 v ekologickém a konvenčním zemědělství a porovnání těchto dvou systémů hospodaření. Ačkoli za toto období narůstá plocha v EZ a v KZ se od roku 2002 snižuje, tak naopak výnos u EZ klesá a u KZ se zvyšuje. Závislost mezi nárůstem ploch v EZ a výnosu byl vyhodnocen jako středně silná. Dle těchto hodnot můžeme vyvodit několik aspektů, které způsobují, že ačkoli plocha v ekologickém zemědělství roste, tak výnosy každoročně klesají. Jak už bylo řečeno, negativní dopady na výnos mají přírodní vlivy, ale i ostatní faktory. Dle Dvořáka (2013) byli prokázány pozitivní vlivy travního mulče na výnos konzumních hlíz a některých výnosových prvků porostu brambor. Výnos konzumních hlíz byl v porovnání s nemulčovanou variantou statisticky průkazně vyšší o 9,3 t/ha. Nejvyšší počet konzumních hlíz byl zjištěn u varianty, kde byl travní mulč aplikován po výsadbě. Z výsledků je zřejmé, že jsou v EZ nižší výnosy o 40 % než v KZ.

7 Závěr

Dle regresních modelů, které ilustrovaly silnou závislost mezi výnosem, a množstvím srážek bylo vyhodnoceno, že hypotézu (H1) potvrzujeme, tedy nelze zamítnout tuto hypotézu. Hypotéza (H2) potvrzujeme. Nelze zamítnout, že zvýšení rizika nebezpečných meteorologických vlivů jako jsou vysoké teploty, dlouhodobé sucho či nízké teploty v době nevhodné během vegetace mají v rámci klimatických změn negativní vliv na ekologické zemědělství.

Z procentuálního zhodnocení bylo zjištěno, že 21,13 % byl negativně ovlivněn výnos na nízké teploty v ekologickém zemědělství. V červnu, množství srážek ovlivnilo výnos z 30,70 % u EZ a 22,22 % u KZ. Naměřené hodnoty za sledované období dokazují, že množství srážek více ovlivňuje výsledný výnos u ekologického zemědělství. V červenci je zapotřebí, aby se nevyskytovali dlouhodobě vysoké teploty. Z multilineárního modelu bylo zjištěno, že z 38,91 % negativně ovlivňuje výnos vysoké teploty u EZ a u KZ 43,10 %. U EZ tedy méně hrozilo, že nadměrné teploty negativně ovlivní výnos než obvykle.

Tato práce přinesla poznatek, kdy se mohlo procentuálně přiblížit, o kolik jsou negativně ovlivněny výnosy brambor na meteorologické vlivy a díky těmto poznatkům by mohla být další studie na rezistenci lilku brambor na sucha a adaptace na změnu klimatu. V adaptaci na změnu klimatu, je pro zachování funkčních a produktivních agroekosystémů důležité posilovat jejich odolnost pomocí podpory biodiverzity (Milénium 2005). Důležité je udržovat zásobu půdní vláhy na optimální úrovni po celé vegetační období, aby nedocházelo k přemokření ani k výskytu vodního stresu. Zásobu půdní vláhy ovlivníme používáním kapkové závlahy. Také je nezbytně nutné se více zajímat o zlepšení půdní úrodnosti, aby více zadržovali podzemní vody a zlepšovali tak i strukturu půdy. Tím můžeme dosáhnout správnou agrotechnikou, mulčováním, hnojením organickými hnojivami, minimalizací používání pesticidních látek a pravidelné rotaci zlepšujících plodin, které je využíváno především v ekologickém systému hospodaření. Tento systém hospodaření má budoucí potenciál pro zdravější krajinu a lepší úrodnosti půd.

Na základě výsledků diplomové práce bych doporučila další směr výzkumů k zefektňování způsobu pěstování brambor na úkor kvality a výnosu hlíz.

8 Literatura

- Addiscott TM. 1995. Modelling the fate of crop nutrients in the environment: problems of scale and complexity. *European journal of agronomy*.
- Buhr H. 1961. Biologie und Ökologie mit Berücksichtigung physioologischer Fragen. Pages 50–189 in Schick R, Klinkowski M, editors. *Die Kartoffel*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Čepl J, Vokál B, Hausvater E, Rasocha V. 2003. *Pěstujeme brambory*. Grada Publishing a.s., Praha 7.
- Čepl J. 2012. *Máme rádi brambory*. Ministerstvo zemědělství České republiky, Havlíčkův Brod.
- Český statistický úřad. 2018. Výnosy brambor na území ČR.
- Diviš J, Valeta V. 2006. Která odrůda bramboru je vhodná. *Zemědělec* **7:42**.
- Dráb J. 1956. *Pěstování bramborů*.
- Durrant MJ, Love BJ G, Messem AB, Draycott AP. 1973: Growth of crop row in relation to soil–monture extraction.
- Dvořák P. 2013. *Začlenění systému povrchového mulčování do technologie pěstování brambor*. Praha.
- Easterling W. 2005. Assessing the consequences of climate change for food and forest resources: a view from the IPCC. *Climate Change*.
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015 b. *Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture*. Rome: FAO, 130 s.
- Hájková L. 2012. *Atlas of the phenological conditions in czechia*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Hajšlová J, Schulzová V. 2006. *Porovnání produktů ekologického a konvenčního zemědělství*. /
- Hamouz K. 1994. *Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor*. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.
- Hancock RD, Morris WL, Ducreux LJ. M, Morris J. A, Usman M, Verrall SR, Fuller J, Smpson CG, Zhang RX, Hedley PE. 2014. *Physiological, biochemical and molecular*

responses of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant to moderately elevated temperature. *Plant Cell Environ.*

Harris PM. 1978: *The Potato Crop*. Chapman and Hall Ltd, London.

Houba M et al. 2007. *Poznejte, pěstujte, používejte brambory*. Firma Europlant šlechtitelská vlastním nákladem ve spolupráci s firmou Atelier Longin Kolín, Praha.

Howden SM. et al. 2007. *Adapting agriculture to climate change*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Hrabalová A, Leibl M, 2011. *Ročenka ekologického zemědělství v České republice 2010*. ÚKZÚZ Brno ve spolupráci s ÚZEI, Ministerstvem zemědělství ČR, Bioinstitutem a Českou technologickou platformou pro ekologické zemědělství, Praha.

Hrabalová A, Leibl M, Šarapatka B, Pajurková B, Laciná J, Samsonová P, Malíková A, Sábliková M, Valeška J, Čapounová K. 2010. *Ročenka ekologické zemědělství v České republice 2009*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A, Leibl M, Valeška J, Kettnerová M. 2013. *Ročenka ekologického zemědělství v České republice 2012/ Yearbook of Organic Agriculture in the Czech Republic 2012*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A, Šejnohová H, Čapounová K, Leibl M. 2013. *Ročenka 2013 Ekologické zemědělství v České republice/ Yearbook 2013 Organic Agriculture in the Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A, Valeška J, Vejvodová A, Leibl M, Hlava J, Kettnerová M. 2012. *Ročenka 2011 – Ekologické zemědělství v České republice/ Yearbook 2011 – Organic Agriculture in the Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A. 2015. *Ročenka/ Yearbook 2014 Ekologické zemědělství v České republice/ Organic Farming in the Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A. 2016. *Ročenka/ Yearbook 2015 Ekologické zemědělství v České republice/Organic farming in Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A. 2017. *Ročenka/Yearbook 2016 Ekologické zemědělství v České republice/Organic farming in Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hrabalová A. 2018. *Ročenka/Yearbook 2017 Ekologické zemědělství v České republice/Organic farming in Czech Republic*. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha 1.

Hradil R. 2006. *Praktická příručka Biobrambory – podle německého originálu Bio – Kartoffeln*. Bioinstitut o.p.s., Šumperk.

- Hradil R. 2007. Biobrambory– Jak ekologicky vypěstovat kvalitní brambory.
- Hruška L et al. 1974. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Hruška L. 1962. Abeceda pěstování brambor.
- Jůzl M, 2000.: Rostlinná výroba III (Okopaniny). AF-MZLU v Brně.
- Kolbe H, Mainekes, Zhang, W.L. 1995. Differences in organic and mineral fertilisation on potato tuber year and chemical composition compared to model calculations. Bio institut.
- Kutnar F. 1963. Malé dějiny brambor. Výzkumný ústav bramborářský. Pelhřimov.
- Luedeling E, Girvetz EH, Semenov MA, Brown PH. 2011. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut tree.
- Minx L, Diviš J. 1994: Rostlinná výroba – III (okopaniny). Agronomická fakulta VŠZ v Praze. Praha.
- Millenium ecosystem Assessment (MA), 2005: Ecosystems and Human WellBeing: Synthesis. Island Press, Washington. 155 pp
- Novotný M, Šanta M. 1990: Závlaha polních a speciálních plodin. 1. vydání, Příroda. 312 s. Bratislava:
- Petr J et al. 1987. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Repka J. 1979. Tensor products of holomorphic discrete series representations.
- Rožnovský J, Litschman T. 1994: Agroklimatické podmínky a fenologická hodnocení v pohledu možných klimatických změn. Slovenská bioklimatologická spoločnosť. Bratislava.
- Rybáček V et al. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Rybáček V. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Rykaczewska K. 2015. The effect of high temperature occurring in subsequent stages of plant development on potato yield and tuber physiological defects.
- Shock CC, Holmes ZA, Stieber TD, Eldredge EP, Zhang P. 1993: The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potatoes.
- Shock CC, Pereira AB, Eldredge EP. 2007: Irrigation best management practices for potato.

- Schulzová V, Hubert J. 2004. Kvalita produktů organického zemědělství ve vazbě na stav agrárního ekosystému ve skladech a na polích. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha.
- Středa T, Jůzl M, Rožnovský J. 2013. Fenologické spektrum raných brambor. Brno.
- Šarapatka B, Urban J, Mátlová V. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk.
- Šarapatka B, Urban J, Mátlová V. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk.
- Thaler S. et al. 2012. Impacts of climate change and alternative adaptation options on winter wheat yield and water productivity in dry climate in Central Europe. *The Journal of Agricultural Science*.
- Trnka M, Eitzinger J, Kapler P, Dubrovský M, Semerádová D, Žalud Z, Formayer H. 2007. Effect of estimated daily global solar radiation data on the results of crop growth models.
- Vandam J, Kooman PL, Struik PC. 1996: Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L).
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Diviš J, Domkářová J, Fér J, Hamouz K, Hausvater E, Jůzl M, Rasocha V, Zrůst J. 2003. Pěstování brambor. Agrospoj, Praha 1.
- Vokál B. 2000.: Brambory. Agrospoj. Praha.
- Vokál B. 2004. Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- VÚZE – Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky. 2007. Analýza adaptačních opatření na změnu klimatu na území ČR v oblasti zemědělství. Výstup funkčního úkolu MZe ČR č. 4228, 144 s.
- Zrůst J, Jůzl M. 1999. Některé výnosotvorné prvky velmi raných odrůd brambor. Vědecké práce VÚB. Havlíčkův Brod.
- Žalud Z. et al. 2009. Dopady změny klimatu a strategie adaptačních opatření v agrosektoru České republiky. In: XIII. Seminář šlechtitelů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

9 Elektronické zdroje

Kiselev A. 2020. Nejoblíbenější odrůdy brambor: „hvězdy“ sezóny 2020

<http://cs.potatosystem.ru/vybiraem-sorta-dlya-posadki/>

Menclová K. 2019. Sucho mělo vliv na výnosy napříč EU. Nejhůře s výnosy dopadly brambory, cukrovka a slunečnice.

<http://cmszp.cz/eu/2019/sucho-melo-vliv-na-vynosy-napric-eu-nejhure-s-vynosy-dopadly-brambory-cukrovka-a-slunecnice/>

MZE – Ministerstvo zemědělství. 2011. Zemědělství a změna klimatu. Praha: MZE, 26 s.

Parlament České republiky. 2000. 242 ZÁKON ze dne 29. června 2000 o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-242> (accessed July 2017).

Tyšer L. 2015. Kategorizace zemědělského území České republiky. Available from <https://docplayer.cz/170034-Kategorizace-zemedelskeho-uzemi-ceske-republiky-ing-ludektyser-phd.html> (accessed November 2018).

ÚKZÚZ odbor osiv a sadby. 2019. Databáze ekologických osiv. Available from <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/osivo-a-sadba/ekologicke-osivo/vyjimky-na-pouzitikonvencniho-osiva-v-prehled-eko-osiv.html>.

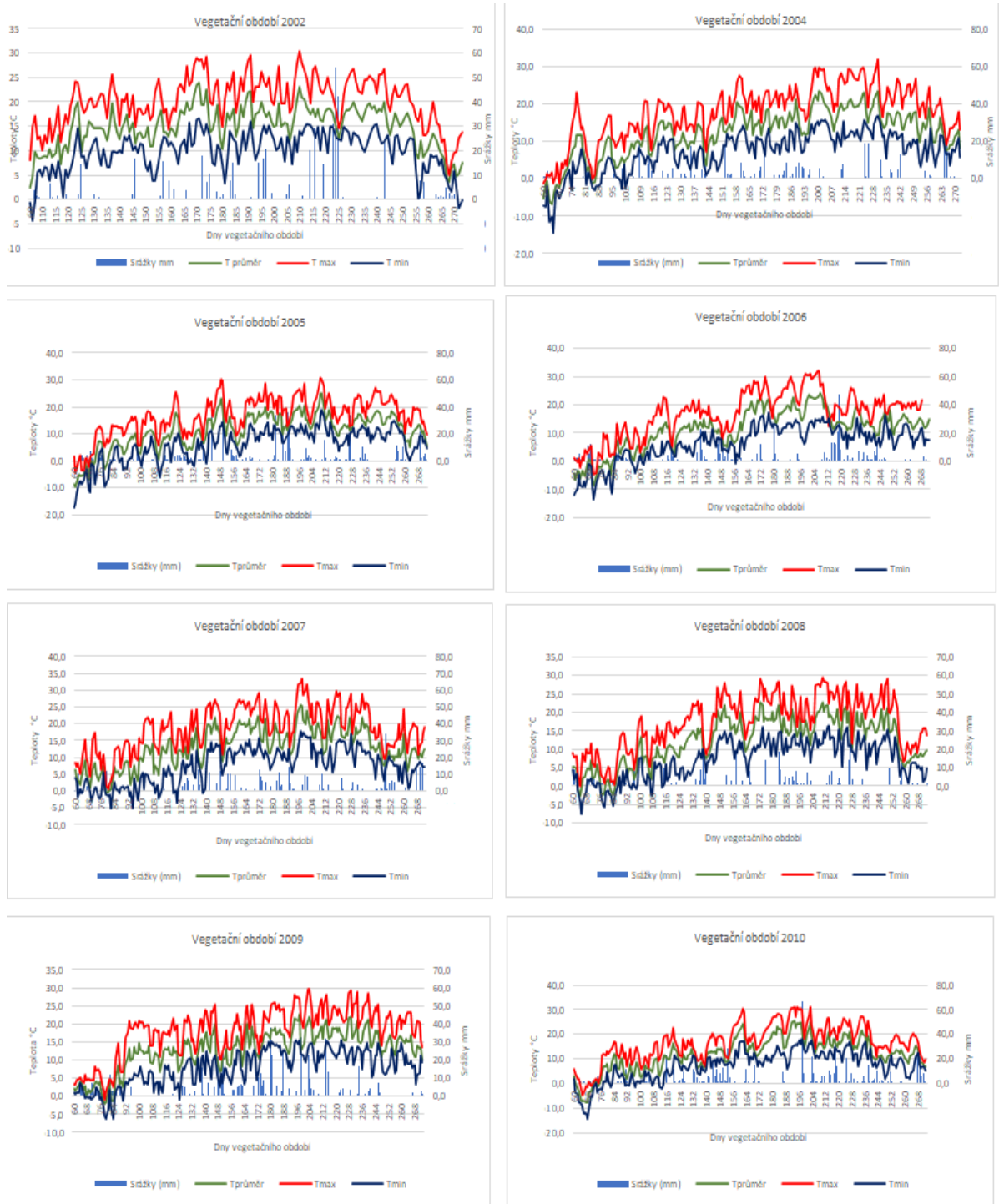
Václavík T. 2005. Vývoj ekologického zemědělství v České republice od roku 1990. Available from <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=438> (accessed August 2005).

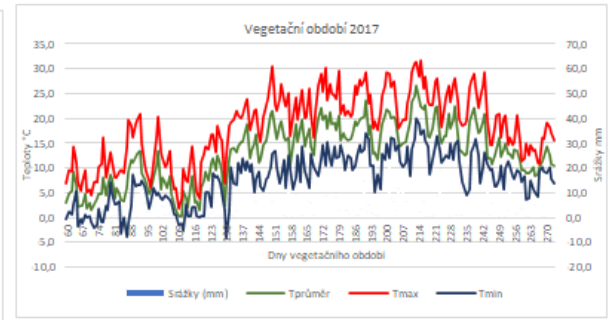
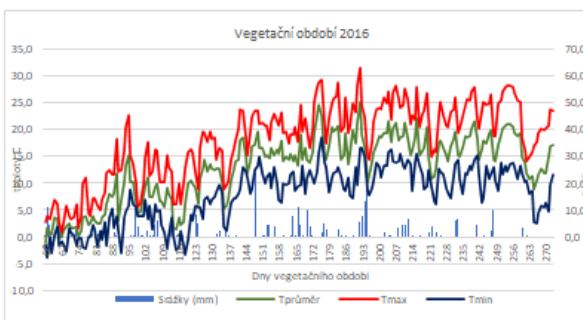
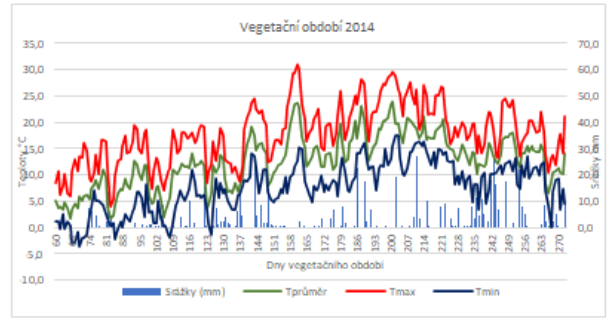
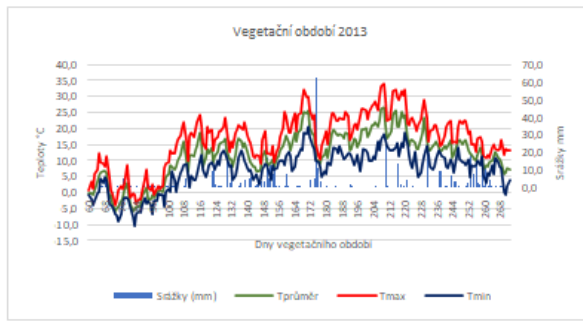
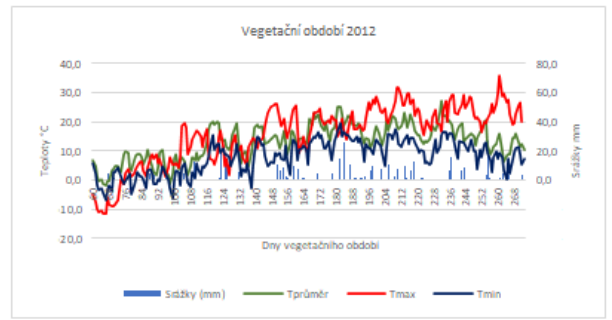
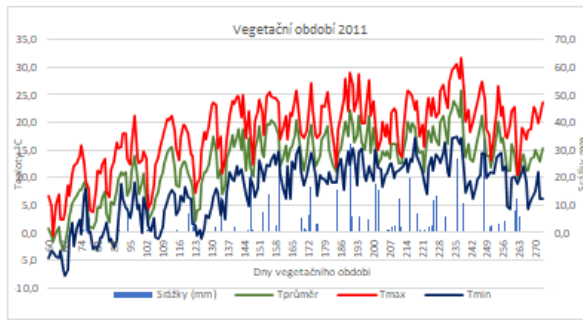
10 Samostatné přílohy

Příloha 1. Výnosy konvenčních a ekologických brambor (Ročenky 2002-2018).

Konvenční				Ekologické			
Rok	Plocha (ha)	Výnosy(t/ha)	Produkce (t)	Rok	Plocha (ha)	Výnosy(t/ha)	Produkce (t)
2002	13 289	25,03	332 585	2002	115	15,9	1827
2003	12 570	20,03	251 750	2003	96	14,1	1360
2004	11 890	24,67	293 284	2004	108	18,7	2019
2005	11 309	28,85	326 241	2005	100	19,5	2464
2006	10 189	23,32	237 620	2006	85	17,6	1498
2007	10 811	26,67	288 330	2007	140	19,6	2737
2008	10 242	26,83	274 813	2008	194	18,2	3539
2009	10 226	26,90	275 075	2009	54,16	26,19	4190
2010	9 705	26,23	254 517	2010	147,35	16,85	2482
2011	9 448	31,83	300 698	2011	212,9	17,49	3722
2012	8 502	29,79	253 271	2012	194,61	16,84	3276
2013	8 301	24,06	199 702	2013	213,76	13,93	2977
2014	8 540	30,31	258 822	2014	247,27	11,55	2855
2015	8 262	21,80	180 098	2015	191,33	12,31	2355
2016	8 302	31,11	258 319	2016	174,57	14,25	2487
2017	8 261	30,11	248 758	2017	191,96	12,75	2448
2018	7 830	25,40	198 870	2018	252,2	14,99	3781

Příloha 2. Klimadiagramy (1:2) úhrn srážek a teploty (zobrazeny jsou roky, které nebyli z hlediska statistického extrémní).





Příloha 3. Fotografie z polního pokusu 2019.



Obrázek 3. Příprava půdy před sázením (zdroj: autor 2019).



Obrázek 4. Sazeč brambor se dvěmi zásobníky (zdroj: autor 2019).



Obrázek 5. V levo počátek vegetace-vzcházení v pravo počátek konec vegetace-kvetení (zdroj: autor 2019)