

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: Bc. Gabriela Sklenářová

Obor studia: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: doc. Dr. Mgr. Vera Potopová

©2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "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 20. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Dr. Mgr. Vere Potopové za odborné vedení při vypracování diplomové práce a za cenné rady při konzultacích.

Další poděkování patří i celé mojí rodině, hlavně příteli, za psychickou podporu při absolvování celého studia a zejména závěrečné práce.

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

Souhrn

Práce se zabývá vztahem mezi výnosem brambor vzhledem k významným meteorologickým prvkům, působícím na růst rostlin bramboru pěstovaných konvenčním i ekologickým způsobem na území České republiky během sledovaného období 2002 – 2018. Data o průměrných výnosech jsou získána z Českého statistického úřadu, Situačních a výhledových zpráv týkajících se brambor, od organizace Kontrola ekologického zemědělství (KEZ) a z Ročenek ekologického zemědělství. Statistické modely byly vytvořeny dle algoritmu na úseku meteorologie katedry agroekologie a rostlinné produkce ČZU. Pro posouzení vlivů rizikových meteorologických faktorů na výnosy byl využit regresní model. Do statistického modelu vstupují následující veličiny – výnos, průměrná teplota vzduchu a průměrný úhrn srážek.

V jednotlivých růstových fázích růstu rostliny bramboru jsou k dosažení dobrého výnosu zapotřebí odlišné nároky na teplotu a úhrn srážek. Ve sledované periodě 2002 – 2018 byl výnos nejvíce ovlivněn ve fázi klíčení a ve fázi růstu hlíz. Ve fázi klíčení, která by měla nastat po mírných srážkách v zimě, je nejvhodnější teplo a sucho nejlépe beze srážek. V našem případě se jedná o pozitivní závislost, kdy srážky ovlivnily výnos až o 15,5 % a teplota o 19,8 %. Fáze růstu hlíz, ve které jsou ideální vyšší srážky a mírné teplo byla úhrnem srážek ovlivněna pozitivně až o 28,2 % a teplotou až o 10,5 %. Ze statistického hlediska je lineární regresní model vytvořen na základě sedmnácti let a hladina spolehlivosti je nízká, kvůli zprůměrovaným meteorologickým a výnosovým prvkům. Korelační analýza byla vytvořena přímo na konkrétní období suchého, normálního a vlhkého roku. Nejvíce vhodný pro výnos vychází rok s normálním úhrnem srážek, korelační koeficient se v celém vegetačním období pohybuje v kladných hodnotách $r = 0,3 - 0,8$. Nejvyšších kladných hodnot dosahuje ve fázi, kdy se začínají tvořit hlízy a kde $r = 0,8$. Nejvýhodněji pro fázi růstu hlíz vychází srážkově vlhký rok, kdy dosahuje korelační koeficient $r = 0,8$. Nejhorší vliv na výnos má srážkově suchý rok, ve kterém korelační koeficient ve fázi nárůstu hlíz klesá až k hodnotě $r = -0,6$.

Klíčová slova: brambory, výnos, historie pěstování, meteorologické extrémny, ekologické zemědělství

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

Summary

This thesis deals with the assessment of the effect of significant meteorological factors on the yield of the potatoes which are grown in conventional and ecological farming during the period 2002 - 2018 in the Czech Republic. The yield datasets are obtained from Czech Statistical Office, Situation and search reports about potatoes, from organization Control of organic farming (KEZ) and yearbooks of organic farming. Statistical models are designed according to an algorithm developed by meteorological section of agroecology and plant production department (CULS). A regression model was used to assess the effects of meteorological risk factors on yield. The input dataset in statistical models were used to content of annual yield, monthly mean air temperature and amount of precipitation.

For each growth stages need different demands for temperature and total precipitation. During the period 2002 – 2018 in Czech Republic, the yield was most affected in the stages of germination and tuber growth. The first stage when the potatoes germinate is the best hot and dry. In our thesis it is positive dependence, and the precipitation affected the yield by 15,5 % while the temperature by 19,8 %.

For the stage when tuber growth is the useful the higher precipitation and moderate heat, the model shown that yield was affected by temperature about 28,2 % and precipitation by 10,5 %. The linear regression model is created on the basis of seventeen years and the confidence level is low because temperatures and precipitations were averaged. Correlation analysis was created for dry, normal and wet vegetation periods. The vegetation season with normal precipitation is most suitable, which the correlation coefficient ranged from 0.3 to 0.8. The correlation coefficient has the highest positive values in stage when the tubers begins form ($r = 0.8$). Wet vegetation season is the best for stage of tuber growth stages, and correlation coefficient in this stage reached maximum values ($r = 0.8$). Dry vegetation season has the worst effect on tuber growth ($r = -0.6$).

Keywords: potato, crop yield, history of growing, weather extremes, organic farming

Obsah

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA.....	9
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA BRAMBOR.....	10
3.1.1 Morfologická charakteristika.....	10
3.1.1.1 Nadzemní vegetativní orgány	10
3.1.1.1.1 Lodyha	10
3.1.1.1.2 List	11
3.1.1.1.3 Květenství a květ	11
3.1.1.1.4 Plod a semeno	11
3.1.1.2 Podzemní část.....	11
3.1.1.2.1 Podzemní stonek a stolon.....	12
3.1.1.2.2 Podzemní pupeny.....	12
3.1.1.2.3 Hlíza.....	12
3.2 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR.....	12
3.2.1 Brambory v Evropě	12
3.2.2 Brambory v českých zemích	13
3.3 ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBNÍ OBLASTI ČESKÉ REPUBLIKY	14
3.3.1 Bramborářská výrobní oblast České republiky.....	14
3.4 NÁROKY BRAMBOR NA KLIMATICKÉ PODMÍNKY	14
3.4.1 Nároky na světlo.....	146
3.4.1.1 Nadbytek světla (dlouhý den).....	166
3.4.1.2 Nedostatek světla (krátký den)	16
3.4.2 Nároky na teplotu vzduchu.....	147
3.4.2.1 Nízké teploty	18
3.4.2.2 Vysoké teploty.....	18
3.4.2.3 Mrazy a ochrana proti nim.....	18
3.4.2.3.1 Šlechtění brambor na mrazuvzdornost.....	19
3.4.3 Nároky na vláhu	149
3.4.3.1 Nedostatek vody – sucho	20
3.4.3.1.1 Sucho a výroba brambor	20
3.4.3.1.2 Možné způsoby jak udržet vodu v krajině	236
3.4.3.2 Nadbytek vody – vlhko.....	277
3.4.4 Optimální průběh povětrnostních podmínek v jednotlivých růstových fázích bramboru (Müller 1975)	288
3.4.5 Nároky na půdu	288
3.4.5.1 Požadavky na vzdušný a vodní půdní režim.....	278
3.5 FENOLOGICKÉ FÁZE BRAMBOR.....	288
3.6 FENOLOGICKÉ HODNOCENÍ	299
3.7 EKOLOGICKÉ PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR.....	30
3.7.1 Ekologické zemědělství.....	30
3.7.1.1 Ekologické zemědělství a jeho vývoj v České republice.....	30
3.7.2 Brambory pěstované v podmínkách ekologického zemědělství v ČR.....	311
3.7.3 Volba vhodné odrůdy pro EZ.....	32
3.7.4 Nejzávažnější choroby a škůdci brambor v podmínkách ekologického zemědělství	33
3.7.4.1 Plíseň bramboru	33
3.7.4.2 Mandelinka bramborová.....	344

4 MATERIÁL A METODY	355
4.1 POPISNÁ STATISTIKA.....	37
4.1.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010.....	37
4.2 TRENDY VÝNOSOVÝCH ŘAD – GRAFY A JEJICH POPIS.....	38
4.2.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010.....	38
4.3 URČENÍ ODCHYLKY OD PRŮMĚRU VÝNOSŮ BRAMBOR V T/HA.....	39
4.3.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010.....	399
4.4 REGRESNÍ ANALÝZA PROMĚNLIVOSTI VÝNOSU A KVALITY.....	39
5 VÝSLEDKY	41
5.1 VÝNOSY ČESKÉ REPUBLIKY V LETECH 2002 - 2018	41
5.1.1 Vyhodnocení popisné statistiky.....	41
5.1.2 Trendy výnosových řad	43
5.1.3 Odchylky od průměru výnosů brambor v t/ha.....	47
5.1.4 Regresní model pro hodnocení působení teploty vzduchu a srážek na výnos konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor v průběhu vegetačního období na území ČR.....	47
5.1.5 Korelační analýza závislosti výnosu brambor na extrémních meteorologických situacích	49
6 DISKUSE	54
7 ZÁVĚR	57
8 LITERATURA	58
9 ELEKTRONICKÉ ZDROJE	62
10 SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY	I

1 ÚVOD

Zemědělství obecně patří k těm oborům lidské činnosti, které jsou do značné míry závislé na průběhu povětrnostních podmínek prakticky během celého roku. Počasí je proměnlivější, častěji se vyskytují povětrnostní extrémny, které mohou být výraznější. Zvyšuje se průměrná teplota vzduchu a prodlužuje se vegetační období. Vzdůstá nerovnoměrnost rozložení srážek. Dochází tak k paradoxnímu jevu, že i když se jejich množství nesnižuje, zvyšuje se závažnost sucha. Veškeré tyto změny se promítají do změn podmínek pro pěstování plodin a vývoje jejich škodlivých činitelů.

Ve světě patří brambory mezi jednu z nejvýznamnějších zemědělských plodin. Mezi další se řadí obiloviny, kukuřice setá a rýže. K největším producentům brambor ve světě se řadí Čína, Rusko, Indie a USA. Nejvyšších hektarových výnosů přes 40 t z hektaru se dosahuje na Novém Zélandu, v Belgii, Dánsku, USA a v Nizozemsku. Zhruba 52 % světové produkce je použito jako potravina, 34 % jako krmivo, 11 % tvoří sadbové brambory a 3 % jsou surovinou pro výrobu škrobu a lihu. V zemích EU se brambory jako krmivo již téměř nevyužívají, jsou nahrazeny především sójou a kukuřicí.

Pro český národ jsou brambory velice cennou plodinou, tvoří základ našeho středoevropského jídelníčku. Jsou jednou z nejčastějších příloh a jsou i součástí našich tradičních receptů. Vařené ani pečené brambory totiž neobsahují žádný tuk. Na druhou stranu však obsahují sacharidy ve formě škrobu, který je dobrým zdrojem energie a mikroživin. Brambory také obsahují vitamíny, zejména vitamín C a vitamíny skupiny B. Současný trend počasí ovšem pěstování brambor příliš nesvědčí.

V roce 2018 bylo tak extrémní sucho, které se výrazně podepsalo na produkci českých brambor, kterých bylo méně než jindy. Kvůli nízké sklizni tuzemská produkce došla a v obchodech musí být nahrazena drahým dovozem. Díky tomu rapidně stoupá i cena brambor. V únoru 2019 se průměrná cena pohybovala přes 22 korun za kilogram. V meziročním srovnání je to o 55 % více. Faktor, který se na tom nejvíce podepsal, je právě sucho a prognózy do budoucna nejsou vůbec příznivé.

Je zřejmé, že brambory jsou nesmírně zdravou a energeticky hodnotnou plodinou, kterou bychom měli pěstovat hojně. Pro vývoj, růst a výnos této rostliny jsou velice důležité klimatické podmínky, které mohou podporovat nebo naopak zbrzdřovat tyto procesy. Počasí bohužel ovlivnit nezvládneme, můžeme ale přizpůsobit pozemky, na kterých pěstujeme, dodat závlahu, vybírat odolné odrůdy a vytvářet nejlepší podmínky pro růst této plodiny, protože nikdo nechceme o tento poklad přijít.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo zpracovat a vyhodnotit vliv jednotlivých rizikových meteorologických faktorů na produkci brambor na území České republiky při jejich konvenčním pěstování a provést případnou studii na tomto území během posledních sedmnácti let.

Dále zhodnotit současný stav ekologického zemědělství v České republice, to jak se vyvíjí osázené plochy a jejich výnosy a provést studii ekologicky pěstovaných ploch brambor během posledních sedmnácti let.

HYPOTÉZA

Statistický regresní model ilustruje závislost výnosu brambor pěstovaných konvenčním i ekologickým způsobem na srážkových a teplotních charakteristikách na území České republiky během let 2002 - 2018.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Obecná charakteristika brambor

Lilek brambor, též brambor obecný či brambor hlíznatý je víceletá hlíznatá rostlina z čeledi lilkovitých, rodu lilek, pěstovaná jako jednoletá plodina, vysoká 50 až 100 cm. Rod lilek je nejdůležitější z čeledi lilkovitých (Herrera & Calderón 2004). Vedle bramboru jsou do této čeledi zařazeny další hospodářsky významné plodiny jako rajče, paprika, lilek, petúnie a tabák. Mezi těmito plodinami je brambor jedinečný tvorbou hlíz, které vznikají za vhodných podmínek tloušťnutím pozdemních stonků – stolonů (Vokál et al. 2013).

Brambory jsou jednou z nejdůležitějších hospodářských plodin. Větší význam pro lidskou výživu mají pouze pšenice, rýže a kukuřice setá. Běžné konzumní brambory obsahují přibližně 24 % sušiny, která obsahuje škrob. Ten tvoří kolem 65 – 80 % její hmotnosti a je kaloricky nejdůležitější nutriční složkou (Talbur & Smith 1987). Brambory jsou důležité z hlediska výživy, obsahují vysoké množství sacharidů a bílkovin (Keleş et al. 2004). Bílkoviny tvoří okolo 5 – 10 % sušiny a tuky okolo 0,4 % sušiny. Hlízy dále obsahují významná množství kyseliny citronové, polyfenolů, minerálních látek a vitaminů. Jsou důležitým zdrojem vitaminů C, B₁, B₂ a B₆ a vlákniny (Čepl et al. 2003). Také obsahují minerály draslíku, fosforu a hořčíku (Lutaladio a Castaldi 2009). U bramboru se vytváří glykosid solanin (Rybáček et al. 1988). Velikost obsahu glykosidu solaninu rozhoduje o chuti bramboru. Brambory s vysokým obsahem této látky mají hořkou chuť (Temmerman et al. 2002). Ve výživě brambory plní funkci objemovou, tj. dostatečně zatěžují trávicí soustavu, a sytící, tj. poskytují dostatek energie ve formě sacharidů. Zároveň jsou brambory doporučovány jako dietní strava, protože obsahují mnohem méně sušiny než obiloviny, a tudíž poskytují menší množství využitelné energie (Hájková 2012).

3.1.1 Morfologická charakteristika

U rostliny bramboru se výzkum zpravidla soustřeďuje na celý trs. U něho rozlišujeme nadzemní část (nať), rozčleněnou na vegetativní a generativní orgánovou soustavu, a podzemní část s kořenovou a stonkovou soustavou (Rybáček et al. 1988).

3.1.1.1 Nadzemní vegetativní orgány

Nadzemní prýt je tvořen lodyhou s listy, které udávají charakter trsu. V typu a tvaru prýtu jsou genotypové rozdíly, které určují počet lodyh, výšku, postavení a větvení lodyhy. Počet a rozměry listu, lístků, počet a barva květů mají výrazný genotypový charakter. Charakter trsu ovlivňuje postavení stonku, které je charakteristické zejména od počátku kvetení. Všechny tyto znaky jsou ovlivněny prostředím, ale i přesto si ponechávají svůj typický charakter. Nejméně ovlivnitelným znakem je barva květu (Vokál et al. 2013).

3.1.1.1.1 Lodyha

Stonek je v bezprostřední blízkosti hlízy poměrně tenký, etiolovaný a směrem k vrcholu sílí. Maximální tloušťky dosahuje pod listy a směrem ke květenství se opět zužuje.

Na průřezu bývá nepravidelně hranatý, trojboký, někdy i kulatý. Základní barva stonku je většinou zelená, někdy je zbarven od modrofialové do světle zelené (Vokál et al. 2013).

3.1.1.1.2 List

Jak uvádí Rybáček et al. (1988), listy bramboru jsou přetrhovaně lichozpeřené. List se skládá z řapíku prodlouženého ve vřeteno a lístků, lístečků, palistů a palístků. Lichý lístek na vrcholu řapíku se označuje jako konečný. Pod ním jsou umístěna jařma lístků, též označována jako páry lístků. Počet jařem kolísá od jednoho do šesti, zpravidla ovšem bývají čtyři. Mezi jednotlivými jařmy vyrůstají na vřetenu mezilístky a v úžlabí lístků se vyskytují úžlabní mezilístky. Barva listu může být šedozelená, hnědozelená, tmavozelená nebo světle zelená a zelená, výrazně ovlivněná hnojením. Listy jsou ochmýřené. Barva řapíků je nejvýraznější u mladých listů a zvláště jejich pigmentování se může využít jako rozlišovací znak (Vokál et al. 2013). Počet vrcholových i úžlabních mezilístků je považován za genotypový znak (Hruška et al. 1974).

3.1.1.1.3 Květenství a květ

Na konci lodyhy, z paždí posledního nebo bočního listu, vyrůstá květní stopka, na které je uspořádáno květenství ve dvojvijanu. Květ se skládá z pěti kališních lístků, pěti korunních lístků, pěti tyčinek s krátkými nitkami a prašníky a z pestíku. Některé odrůdy mají dvojnásobný počet korunních lístků, jejich květ se označuje jako dvojkorunka. Květ je nesen krátkou stopečkou s oddělovací vrstvou. Korunní lístky mohou být bílé s pruhy již od základu lístků nebo bílá barva vytváří ve středu koruny hvězdu. Intenzitu barvy od tmavě modrofialové, modrofialové, blankytně modré po tmavě nebo světle červenofialovou a bílou ovlivňuje prostředí, ale barva zůstává nejstálějším znakem (Vokál et al. 2013). Hruška et al. (1974) uvádí, že prašníky jsou většinou žluté nebo oranžové, kuželovitého tvaru, pravidelné, zahnuté, deformované nebo nepravidelné. Čnělka je rovná, slabě nebo silně zakřivená a u většiny genotypů vyniká nad úroveň prašníků. Květy odkvétají postupně od středu ke kraji na obou ramenech dvojvijanu.

3.1.1.1.4 Plod a semeno

Plod je kulatá nebo oválná zelená nebo žlutozelená na povrchu tmavě žíhaná dvojpouzdrá, 20 – 40 mm v průměru velká bobule. V dužnaté části bobule se nacházejí semena, která jsou bílá, vejčitého tvaru, velikosti 1 – 2 mm (Vokál et al. 2013).

3.1.1.2 Podzemní část

Podzemní část trsu tvoří bazální části stonků vyrůstající z mateční hlízy. Z uzlů na podzemní části stonku vyrůstají kořeny a z axiálních pupenů stolony, neboli podzemní

odnože, oddenky. Tyto podzemní větve stonku rostou v zemi horizontálně od stonku (Vokál et al. 2013).

3.1.1.2.1 Podzemní stonek a stolon

Podzemní stonek, jeho vertikální větve i stolony mají zpevněná pletiva, což je nutné pro jejich dlouhý růst a tloušťku v půdním prostředí. Současně tato zpevněná pletiva ochraňují buňky parenchymu, v nichž je uložen škrob a další zásobní látky.

Stolony jsou válcovitého tvaru, 2 – 5 mm tlusté, do 250 mm dlouhé. Délku stolonů ovlivňuje genetické založení odrůdy a také rychlost zakládání hlíz. Při tvorbě hlízy se dlouhý růst stolonů zastavuje (Rybáček et al. 1988).

3.1.1.2.2 Podzemní pupeny

Na všech podzemních stonkových orgánech jsou pupeny. Vytvářejí se v uzlinách stonku v úžlabí listů, zpravidla v lichém počtu. U podzemního stonku bývají 3 v úžlabí listu, u hlíz 1 až 7 v jednom očku (Rybáček et al. 1988).

3.1.1.2.3 Hlíza

Hlíza vzniká přeměnou stonku. Morfologicky je bramborová hlíza ztlustlý stolon, ze kterého odpadly zakrnělé šupinové lístky a zůstaly po nich na hlíze pouze jizvy. V úžlabí jizev se vytvářejí prohloubená oka, každé se skupinou 3 až 7 pupenů. Každé oko reprezentuje jednu uzlinu. Počet uzlin je stejný jako počet článků, takže na velké hlíze se podílí svým tloušťkám 12, popř. i více internodií (Rybáček et al. 1988). Hlíza je zkrácený modifikovaný vegetační vrchol podzemního oddenku nebo jeho větve, který si zachovává stavbou a uspořádáním charakter stonku s redukovanými listy na šupiny. Hlíza plní funkci zásobního orgánu rostliny a stává se důležitým prostředkem vegetativního rozmnožování. Hlízy mají genotypově specifický tvar, velikost, barvu, vzhled pokožky a barvu dužniny. Vlivem extrémních vlivů povětrnostních podmínek, případně stanoviště, vznikají změny ve tvaru hlíz (Vokál et al. 2013). Barva dužniny je od bílé přes žlutou až po fialovou a modrou.

3.2 Historie pěstování brambor

Pravlastí brambor je Jižní Amerika. Inkové zde pěstovali brambory ve dvou klimaticky rozdílných oblastech. Tou první jsou vysoko položené horské pláně And v Peru a Bolívii (Schick & Klinkowski 1961). Tou druhou pak nízká pobřeží úzkého Chile s přilehlým ostrovem Chiloe (Houba a kol. 2007).

3.2.1 Brambory v Evropě

Po dobytí incké říše Španěly v první polovině 16. století putovaly do Evropy kromě mnoha tun zlata a stříbra i některé rostliny, mezi nimi i brambory. Roku 1565 dostal první

větší zásilku brambor z Cuzca jako dar španělský král Filip II. Nezávisle na španělských dobyvatelích se brambory dostaly do Anglie na lodi anglického piráta Francise Drakea.

Koncem 16. a počátkem 17. století se šířily po Evropě jako léčivá plodina nebo vzácná rostlina pěstovaná pro okrasu zahrad. Prokazatelně poprvé byly podzemní hlízy uvařeny roku 1616 na hostině, kterou pořádal francouzský král Ludvík XIII. V ostatních evropských zemích se pěstování brambor jako polní plodiny daří prosadit až v průběhu 18. století (Příspěvatelé Wikipedie 2019).

3.2.2 Brambory v českých zemích

Nejstarší zmínka o bramborách v českých zemích je z roku 1623 a hovoří o jejich podávání na stole šlechtice Viléma Slavaty (Kutnar 2005). Brambory byly v kontinentální Evropě zpočátku přijímány s velikou nedůvěrou a obavami. Byly totiž považovány za pohanskou a nekřesťanskou plodinu, za plodinu nečistou a zdraví ohrožující. Případně byly používány pouze jako okrasná exotická rostlina na dvorech velkopánů a v klášterních zahradách. Někteří tehdejší lékaři je předepisovali jako zaručený lék proti široké škále onemocnění od průjmu až po tuberkulózu, někdy se dokonce používaly jako afrodiziaka. Téměř dvě staletí trvalo, než si lidé získali důvěru ve výživné a lahodné hlízy. Až okolo roku 1740 rozeznal význam brambor pruský král Bedřich I. Veliký a nařídil jejich pěstování v tehdejší Prusku. Ve větším měřítku se rozšířilo pěstování brambor teprve v hladových letech 1771 až 1772 za Marie Terezie, která jich nechala do Čech přivést značné množství z Pruska. Na počátku 19. století byly vypěstovány první české odrůdy (Příspěvatelé Wikipedie 2019).

Výnosy brambor v českých zemích na počátku 20. století byly značně kolísavé, pohybovaly se mezi 7 a 10 t/ha. Brambory byly využívány hlavně pro krmné účely. Stávalo se, že chyběly pro lidský konzum. Tato situace vedla k úvahám o potřebě založení organizace, která by tuto zemědělskou politiku řídila a dále rozvíjela. V roce 1915 bylo založeno Družstvo českých pěstitelů zemáků v Německém Brodě, ze kterého později vznikl známý Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě. Dále byla vybudována speciální stanice ve Valečově, šlechtitelská stanice v Keřkově a šlechtitelská stanice pro průmyslové brambory ve Slapech u Tábora (Jun & Novák 2008).

Pěstování zaznamenalo největší rozsah před druhou světovou válkou. V letech 1934 - 1938 bylo u nás osázeno 715 000 hektarů. V poválečném období docházelo postupně ke snižování osázených ploch brambor. Až v průběhu 60. let minulého století se situace v našem zemědělství ustálila. V 70. a 80. letech 20. století došlo v důsledku slučování JZD a rovněž větších celků státních statků k možnému investování do sklizňové techniky, posklizňových linek a skladovacích prostor. K vyšší úrovni bramborářství přispěly nové výzkumné poznatky o agrotechnice, výživě, ochraně proti chorobám a škůdcům, a též vyšlechtění kvalitních a odolných odrůd brambor (Vokál et al. 2013).

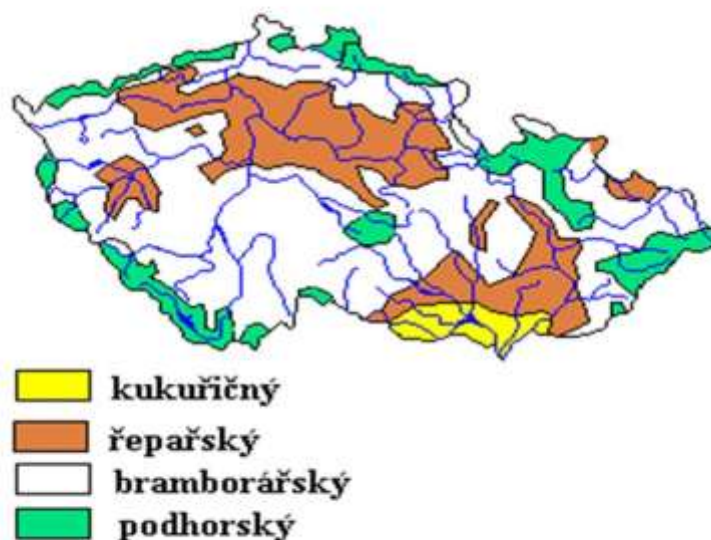
Novodobá historie se začala psát před dvaceti lety. Došlo k velmi podstatným změnám. Změnila se odrůdová skladba, jiný je způsob pěstování i prodeje. Poklesly také celkové plochy brambor, brambory se přestaly používat ke krmení, omezilo se jejich průmyslové zpracování na škrob a líh. Rychlé změny nastaly i 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 sto padesáti. Navíc, po vstupu do EU, kdy platí tzv. společný katalog odrůd, je možné se setkat s více než patnácti sty odrůdami. Faktem ale zůstává, že těch opravdu důležitých a nosných, které zaujímají polovinu všech ploch, je každoročně kolem deseti (Čepl et al. 2012).

3.3 Zemědělské výrobní oblasti České republiky

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

Zemědělské výrobní oblasti



Obr. 1 Zemědělské výrobní oblasti České republiky

zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/11132394/>

3.3.1 Bramborářská výrobní oblast České republiky

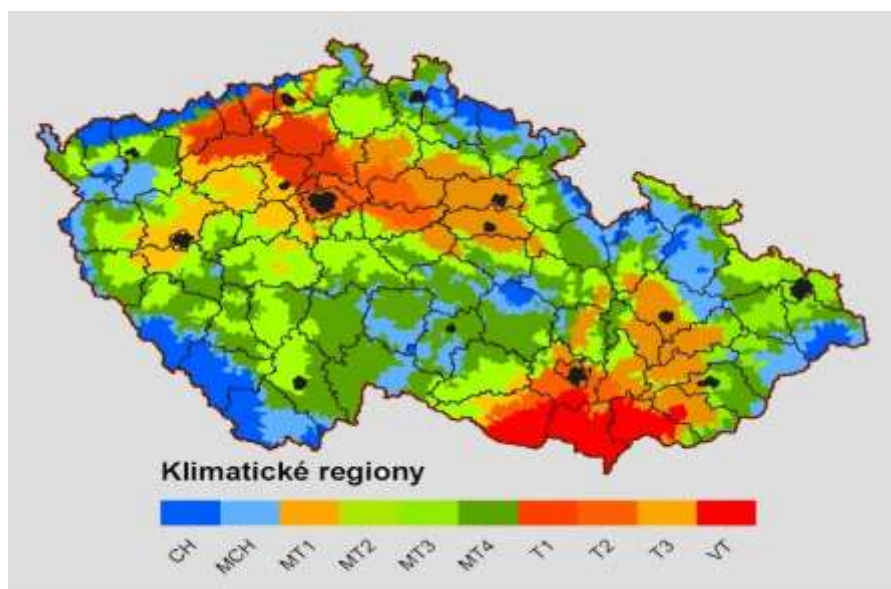
Brambory pro konzumní a průmyslové účely lze většinou pěstovat ve všech výrobních oblastech ČR. Typicky bramborářské jsou všechny lehčí až středně těžké půdy s dobře propustnou spodinou, slabě kyselou půdní reakcí pH 5,5 – 6,5, s dobrou úrovní staré půdní síly, s hloubkou ornice nejméně 15 cm. V podmínkách České republiky jsou výnosově

nejspolehlivější půdy písčitohlinité až hlinité. V oblastech s vyššími srážkami nebo na zavlažovaných půdách jsou výhodnější strukturní půdy hlinitopísčité, které jsou lehké. Ty pak poskytují nejlepší stolní hodnotu hlíz.

Pro pěstování brambor je třeba vyloučit svažité pozemky nad 8°, kde nelze využívat výkonnou mechanizaci a hrozí zde nebezpečí eroze. Nevhodné jsou silně kamenité pozemky, kde dochází k mechanickému poškození hlíz při sklizni. Pro pěstování brambor se nehodí půdy hlinitojílovité až jílovité, půdy zamokřené, ale ani extrémně lehké půdy se šterkovitou popustnou spodinou.

Nejstabilnější výnosy jsou dosahovány v bramborařské výrobní oblasti, viz obrázek 1 s ročním úhrnem srážek 650 - 800 mm (z toho 400 - 450 mm ve vegetačním období) a s průměrnou roční teplotou 6 - 7,5 °C. Nejvyšší výnosy bez závlahy jsou u nás dosahovány v nadmořské výšce 450 - 550 m (Hamouz 1994).

Brambory se pěstují v klimatickém regionu mírně teplém mírně vlhkém (MT2), mírně teplém značně vlhkém (MT3), mírně teplém vlhkém (MT4) a mírně chladném vlhkém (MCH) viz obrázek 2.



Obr. 2 Klimatické regiony České republiky

zdroj: http://3zsberoun.com/image/201604051345_klim_regiony.jpg

3.4 Nároky brambor na klimatické podmínky

Ekologické požadavky evropského bramboru, kromě požadavků dědičně zakotvených u jejich jihoamerických předků, byly rozšířeny požadavky získané v evropských ekologických podmínkách. Podíly ekologických požadavků z jednotlivých zdrojů jsou odlišné u jednotlivých odrůd a též skupin odrůd podle délky vegetace, což vyniká zvláště u kategorií velmi raných odrůd (100 – 110 dní vegetace), oproti odrůdám pozdním (140 – 150 dní vegetace).

Základní ekologické požadavky bramboru se v podstatě shodují s optimálními podmínkami pro klíčení a vzházení, pro růst natě a tvorbu i růst hlíz. V první etapě, tj. při klíčení, mají brambory omezené požadavky na vnější podmínky, a to pouze na teplotu a vzduch, protože pro ostatní potřeby klíčků jsou hlízy vybaveny dostatečnými zásobami, včetně zásoby vody. Ve druhé etapě, v období růstu natě, probíhá současně s růstem intenzivní fotosyntéza, takže kromě optimálních podmínek pro růst je nutno přihlížet zejména k optimálním podmínkám pro fotosyntézu. Ve třetí etapě, při vytváření hlíz, je kromě podmínek pro tvorbu a růst hlíz nutno přihlížet také k podmínkám pro syntézu a ukládání škrobu.

Z hlediska klimatickoekologických nároků náleží 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 (Jůzl 1994).

3.4.1 Nároky na světlo

Viditelné záření je důležitým faktorem prostředí ovlivňujícím růst a vývin rostlin. Specifické pro brambor je, že z hlediska tvorby květu je dlouhodobní rostlinou a z hlediska tvorby hlíz krátkodenní (Vokál et al. 2004). Na tvorbu hlíz působí tedy délka dne odlišně než na růst natě.

Vliv délky dne na nasazení hlíz může být eliminován teplotou. Went (1963) uvedl, že při teplotě 14 °C nemá délka dne vliv na tvorbu hlíz. Z toho vyplývá, že při nízkých teplotách vyvolává tvorbu hlíz teplota, při vyšších teplotách pak délka dne (Rybáček et al. 1988).

3.4.1.1 Nadbytek světla (dlouhý den)

Světelné podmínky dlouhého dne (16 hodin) brzdí dlouhivý růst klíčků, podporují růst vzešlých rostlin, neovlivňují počet stonků. Listové čepele jsou menší, vyrůstají na delších řapících a jsou méně náchylné k napadení plísní bramborovou. Dlouhý den podporuje časnější tvorbu pupat a časnější nástup kvetení, přitom však prodlužuje všechna fenologická období v průběhu vegetace, kromě období od vzejití do počátku tvorby pupat. Tím také prodlužuje vegetační dobu u všech skupin odrůd. Nasazování hlíz je opožděno, avšak vlivem lepších výsledků fotosyntézy se vytvářejí větší a vyrovnanější hlízy. Jejich škrobnatost a výnos jsou vyšší (Rybáček et al. 1988).

3.4.1.2 Nedostatek světla (krátký den)

Světelné podmínky krátkého dne (8 hodin) zpomalují růst natě. Stonky jsou méně pigmentované, listové čepele jsou větší, zpočátku tmavozelené, později chlorotické. Počátek tvorby pupat nastupuje později a vytvořené shluky pupat opadávají ještě před počátkem kvetení. Fenologická období do počátku květu se prodlužují, avšak dochází k časnějšímu nasazování hlíz a podstatnému zkrácení celé vegetační doby. Výnos hlíz je u nejranějšího termínu sklizně vyšší, v dalších sklizňových termínech se proti výnosům dosahovaným za

přirozeného dlouhého dne a při nepřetržitém osvětlení snižuje. Hlízy jsou menší a jejich škrobnatost je nižší (Rybáček et al. 1988).

3.4.2 Nároky na teplotu vzduchu

Spolu se zářením je teplota nejdůležitějším klimatickým faktorem ovlivňujícím růst a vývin rostlin. Brambory jsou ke změnám teploty velmi citlivé. Existuje poměrně úzké rozmezí teplot, které je nepoškozuje.

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

Teplota však neovlivňuje pouze růstovou rychlost, ale často určitý teplotní režim indukuje nástup další fáze v životním cyklu bramborových rostlin: klíčení, iniciaci kvetení a vyvolání či ukončení dormance.

Teplota je rozhodujícím činitelem pro klíčení hlíz. Šimon (1958) považoval za optimální teplotu 15 - 20 °C. Zvyšováním nebo snižováním teploty se urychluje nebo zpomaluje klíčení. Tato regulace se potom může využít například při předklíčování hlíz (Rybáček et al. 1988). Podle Vokála a kol. (2004), pro klíčení vyžadují hlízy přístup vzduchu a přiměřenou teplotu. Růst klíčků po zasazení hlíz na poli probíhá při 8 - 10 °C, přičemž vyšší teploty urychlují vzházení. Předklíčené hlízy, zasazené do vyhřevných půd, si udržují i při 6 °C předstih před rostlinami z nepředklíčených hlíz zasazených později do půdy o vyšší teplotě. Tím dosahují lepšího zakořenění.

Podle Buhra (1961) začíná nať růst při teplotě 5 až 6 °C, nejrychleji roste při 20 až 25 °C a při teplotě nad 30 °C se její růst zastavuje. Teplota 40 °C poškozuje pletiva nadzemní části rostlin. Engel et al. (1960) zjistili, že optimální teplota pro růst natě je 17 °C. Protože v období růstu natě probíhá intenzivní fotosyntéza, je třeba pro ni respektovat optimální tepelné podmínky. Hruška et al. (1974) uvedl optimální teplotu pro tvorbu sušiny 17 až 25 °C (Rybáček et al. 1988).

Optimální teplota pro růst hlíz je ve dne 20 °C a v noci 14 °C. To souvisí s různými fyziologickými funkcemi rostliny za světla a tmy. Ve dne převládá fotosyntéza, v noci transport látek a jejich zabudování do zásobních orgánů a pletiv při růstu. Fotosyntetickou asimilací je, podobně jako u ostatních rostlin, tvořen z 90 - 95 % hospodářský výnos bramboru. Při fotosyntéze je energie získávána využitím (přeměnou) energie slunečního záření. Druhý způsob, jak rostlina získává energii z rezerv, je dýchání. Při dýchání je rovněž optimální oblast pro teplotu, v níž je zajišťována vysoká produkce. U evropských odrůd bramboru se tato oblast pohybuje mezi 17 a 23 °C, optimum je 20 °C (Vokál a kol. 2004). Jak uvádí Rybáček et al. (1988), pro růst hlíz byla zjištěna jako optimální teplota 17 °C.

3.4.2.1 Nízké teploty

Odolnost bramborové natě k nízkým teplotám je velmi malá. Při déletrvajících 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 ochlazování snesou až -4 °C. Při postupném roztávání se nemusí projevit škody zmrznutím, pokud nedošlo k poškození buněčných protoplastů. Vitalita hlíz je však snížena. Rychlým ochlazením na -1 až -2 °C pak hlízy umrznou.

3.4.2.2 Vysoké teploty

Při zvyšování optimální teploty pro růst hlíz (17 °C) se jejich další vývoj a růst zpomaluje, při teplotě okolo 29 °C se růst úplně zastavuje. Při teplotě 45 °C hlízy odumírají (Rybáček et al. 1988). Vokál et al. (2004) uvádí, že hlízy snesou teplotu až 38 °C, což se využívá v termoterapii viróz. Podle něj hlízy odumírají při dlouhodobější teplotě nad 40 °C.

Burton (1981) uvádí, že pokud se zvýší optimální teplota pro fotosyntézu a dýchání brambor o 5 - 10 °C dojde ke snížení rychlosti fotosyntézy o 25 % a dýchání listů se zdvojnásobí.

3.4.2.3 Mrazy a ochrana proti nim

Je zřejmé, že 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.

Jak uvádí Vokál et al. (2013), jeden z možných prostředků, jak ochránit rané brambory před účinky mrazu, je zavlažování, a to nejlépe mikropostřikem. 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. Postřik zabrání rychlému roztání ledových krystalků v listovém pletivu, které jinak roztají tak rychle, že změni skupenství nikoli v kapalné (vodu), ale přímo v plynné (vodní páru), kdy listy vlastně vyschnou, zčernají a zaschnou.

Z hlediska uchráněné výměry raných brambor je ve většině let s jarními mrazíky nejprínosnější zakrývání řádků netkanou textilií, které se v České republice rozšířilo v 2. polovině 90. let. Textilie porosty proti menším mrazíkům obvykle ochrání, protože pod ní bývá půda za slunečných dnů prohřátá na teplotu o 3 - 5 °C vyšší než nekrytá půda.

3.4.2.3.1 Šlechtění brambor na mrazuvzdornost

Mrazuvzdornost je odolnost rostlin proti mrazu, což jsou teploty pod nulou. Tento faktor působí samostatně na rostliny na jaře a na podzim. Odolnost proti jarním mrazům má velký význam u některých plodin, např. u předklíčených brambor. Vyšší odolnost umožňuje ranější výsadbu, dřívější sklizeň a vyšší výnos brambor již v polovině června. Dobré zdroje odolnosti proti mrazuvzdornosti brambor je *Solanum acaule*, *S. brevicaule*, *S. vernei*, *S. phureja* aj. Odolnost se testuje na poli i v laboratoři. Využívají se především hybridy ze vzdáleného křížení (Masarykova univerzita 2015).

Po otužení se působí na rostliny tzv. kritickými teplotami, které se u brambor pohybují v rozmezí -2,5 až -3 °C. Volí se vždy taková teplota, při které vymrzne 50 % kontrolní odrůdy. Celý tento postup má tři fáze – otužování, zmrazování a oživování.

3.4.3. Nároky na vláhu

Lístky bramboru obsahují 88 - 90 % vody, stonky (lodyhy) a řapíky 90 – 95 %, hlízy 63 – 87 %, nejméně vody je v semenech 5 – 15 %. I při relativně velmi malém obsahu vody v semeni se v něm může udržet životaschopný zárodek po několik let. V kontrastu s tím krátkodobý pokles množství vody v listech pod cca 60 % vede k nevratnému poškození tkáně a k odumření orgánů (Vokál et al. 2004).

Brambor v porovnání s jinými plodinami má středně velké nároky na vláhu. Citlivě však reaguje na rozdělení srážek. Požadavky na vláhu v půdě závisejí na odrůdě, fázi růstu, výživě, teplotě a dalších faktorech. Dostatek vody v rozhodujících fázích růstu vývoje brambor je podmínkou pro dosažení požadované výnosové úrovně, tj. úrovně, která by se v průměru měla pohybovat (mimo produkce raných konzumních brambor) kolem 30 t/ha (Vokál et al. 2004).

Nejmenší požadavky na vláhu má hlíza při klíčení. Při předklíčování v umělém prostředí úplně postačí zásoba vody v hlíze. Následné fáze od tvorby pupat až do počátku fyziologické zralosti porostu jsou velmi citlivé na množství půdní vláh (Vokál et al. 2004).

Nároky brambor na vláhu se mohou vyjádřit různými způsoby. Nejčastěji se uvádějí transpiračním koeficientem, tj. spotřebou vody v kilogramech na vytvoření 1 kg sušiny biomasy rostliny. Rybáček (1988) udává transpirační koeficient u raných odrůd 262, u poloraných 420 a u pozdních odrůd 526. Dráb (1956) uvádí menší rozpětí transpiračního koeficientu, a to od 281 do 448.

Přibližným ukazatelem vláhové potřeby brambor je též množství srážek a jejich rozdělení v průběhu roku a zejména ve vegetaci. Na výnos hlíz u velmi raných odrůd mají hlavní vliv srážky v červnu, u raných odrůd v červenci, u poloraných a polopozdních odrůd v červenci a srpnu a u pozdních odrůd v červenci, srpnu a září (Rybáček et al. 1988). Hlaváč & Bojňanský (1953) udávají u nejranějších brambor celkovou potřebu srážek 200 mm, z toho 6 % v dubnu, 21 % v květnu, 67 % v červnu a 6 % v červenci. Dráb (1956) uvádí u polopozdních a pozdních brambor potřebu 350 až 400 mm srážek, z toho 7 % v květnu, 25 % v červnu, 35 % v červenci, 27 % v srpnu a 6 % v září. Jak uvádí Rybáček et al. (1988), Gericke (1936) zjistil u pozdních brambor celkovou potřebu srážek 335 mm, z toho v květnu 18 %, v červnu 16 %, v červenci 26 %, v srpnu 22 % a v září 18 %.

Srážky jsou doplňovány rosou. Její využití je vysoké, protože přímo proniká do nadzemních orgánů, na kterých se vytvořila.

Srážky spolu s oblačností a teplotou ovlivňují vzdušnou vlhkost. V našich bramborářských oblastech dosahuje průměrná vzdušná vlhkost kolem 70 % (Rybáček et al. 1988).

3.4.3.1 Nedostatek vody – sucho

Nedostatek vláhy v období od zasazení hlíz až po vzejití rostlin působí na výnos příznivě. Dochází k tomu, že se vytvoří více kořenů a rostliny pak ve vegetaci lépe hospodaří s vodou. Od fáze tvorby pupat, kdy se přibližně začínají vytvářet hlízy, až do počátku fyziologické zralosti porostu (období intenzivního růstu hlíz) reagují všechny odrůdy velmi citlivě na nedostatek půdní vláhy.

Nedostatek půdní vláhy značně prodlužuje vegetační dobu, zejména působí-li po celou vegetaci. Působí-li jen v určitém období, pak v prvních obdobích vegetační dobu prodlužuje, v posledních ji zkracuje a urychluje nástup a průběh fyziologického zrání. Růst je nedostatkem půdní vlhkosti brzděn velmi výrazně. To se týká pochopitelně i růstu listové plochy, což má za následek snížený asimilační výkon a tím i nižší výnos hlíz.

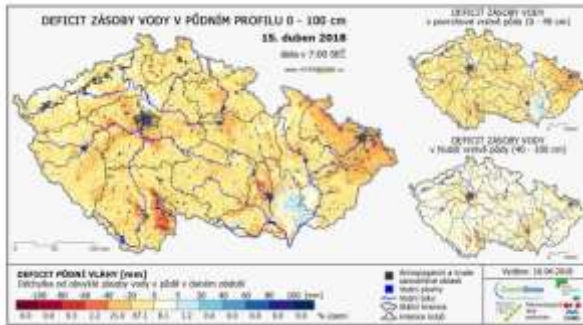
V důsledku ztráty vody se u rostlin začínají uzavírat průduchy, kterými vstupuje do listů rovněž oxid uhličitý, důležitý pro fotosyntézu. Při 20 – 24 % ztrátě vody se průduchy uzavřou úplně a rostlina „hladoví“. Rostlina bramboru, tak jako každá autotrofní rostlina, u níž je zdrojem energie záření, musí přijímat uhlík pro stavbu svého těla z atmosféry. Na každou molekulu CO₂, kterou rostlina přijme, ztratí asi 100 - 500 molekul vody. Omezí-li rostlina aktivně ztrátu vody, nevyhnutelně tím zmenší i zisk uhlíku. Pokud by však toto neučinila, mohla by „vyschnout“ (Vokál et al. 2004).

3.4.3.1.1 Sucho a výroba brambor

Sucho je za poslední roky jedním z nejzávažnějších problémů nejen v zemědělství. Je to jeden z hlavních stresorů působících na výnos a kvalitu zemědělských plodin. Suchům a regionálním nedostatkům vody se nevyhla a nevyhne ani Česká republika (Potopová 2018).

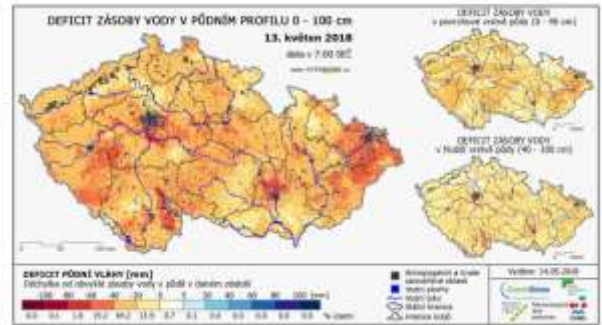
Například v roce 2018 byl duben jedním ze tří nejteplejších za posledních 50 let. Tento fakt a k tomu nedostatek vláhy z předchozích let způsobily problémy se suchem. Na obrázku 3 je mapka vyjadřující půdní deficit na území České republiky v polovině dubna 2018. K prohloubení vláhového deficitu navíc přispěla i absence počasí typického pro jarní období a rychlý nástup vegetace. Nejvýraznější vláhový deficit byl v květnu 2018 v případě krajů Moravskoslezského, Olomouckého a Jihomoravského, a také ve středních a východních Čechách (viz obrázek 4). V červnu se prohlubování deficitu půdní vláhy ještě zrychlilo díky vyšším teplotám a nižším srážkám (obrázek 5). Stejná situace v podstatě panovala celý červenec a srpen (obrázek 6 a 7). Vývoj sezóny 2018 byl skutečně znepokojivý v kontextu uplynulých tří let, kdy byl půdní profil v některých oblastech pouze v jedné sezóně ze tří nasycen dostatečně. To posiluje dlouhodobější deficit v hlubších vrstvách a potvrzují to stavy podzemní vody v mělkých vrtech a také průtoky ve vodních tocích. V období září a října

(obrázek 8 a 9) došlo téměř na celém území České republiky k mírné redukci deficitu půdní vláhy, ale stále platí, že vývoj sezóny 2018 byl dosti znepokojivý.



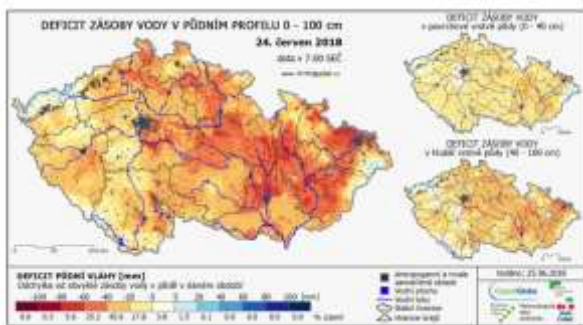
Obr. 3 Deficit půdní vláhy duben 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-04-01&to=2018-04-30¤t=2018-04-15>



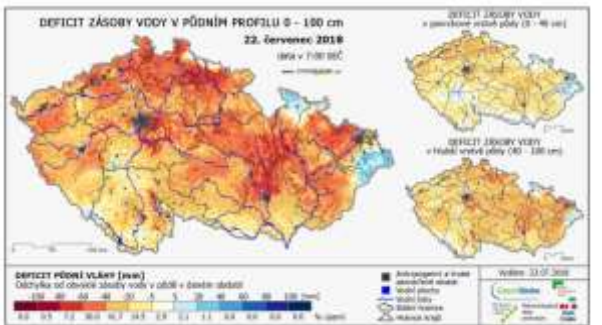
Obr. 4 Deficit půdní vláhy květen 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-05-01&to=2018-05-30¤t=2018-05-13>



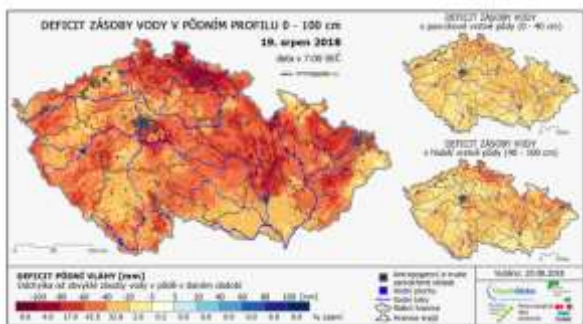
Obr. 5 Deficit půdní vláhy červen 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-06-01&to=2018-06-30¤t=2018-06-24>



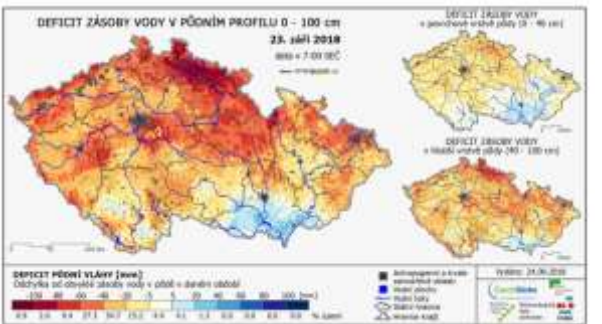
Obr. 6 Deficit půdní vláhy červenec 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-07-01&to=2018-07-31¤t=2018-07-22>



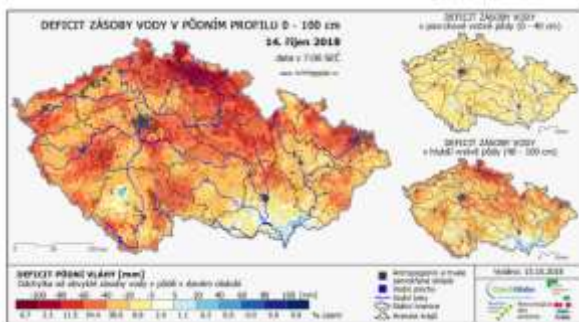
Obr 7 Deficit půdní vláhy srpen 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-08-01&to=2018-08-31¤t=2018-08-19>



Obr. 8 Deficit půdní vláhy září 2018
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-09-01&to=2018-09-30¤t=2018-09-23>

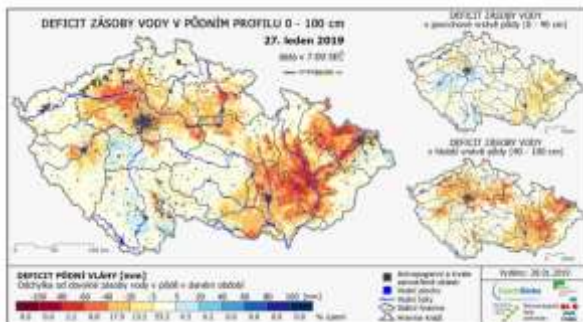


Obr. 9 Deficit půdní vláhy říjen 2018

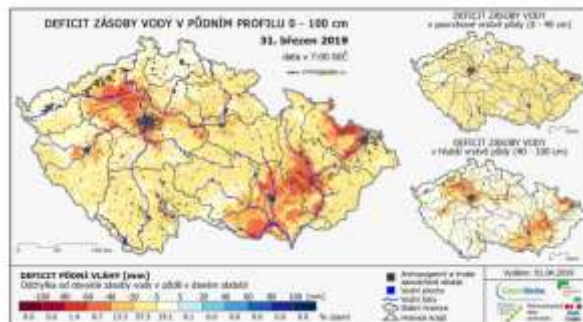
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2018-10-01&to=2018-10-31¤t=2018-10-14>

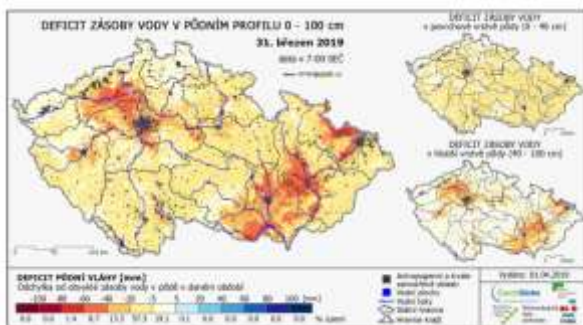
Začátkem roku 2019 je situace taková, že v hlubší vrstvě deficit půdní vláhy i nadále zasahuje většinu území. Ve třetím týdnu roku 2019 došlo k prohloubení deficitu především v povrchové vrstvě, avšak celkově je situace nejlepší od jara 2018. Na většině toků je sledována normální vodnost. V celém profilu do 1 metru se k 27. 1. 2019 vyskytuje deficit na více než 42 % území ČR. Na 29 % území je deficit nejméně 20 mm, na 10 % pak deficit nejméně 40 mm a na 2 % území chybí mezi 60 – 100 mm oproti obvyklému stavu v tuto roční dobu (obrázek 10). Koncem února je na většině toků našeho území sledována nadnormální až výrazně nadnormální vodnost a v celém profilu do 1 m se k 24. 2. 2019 vyskytuje deficit na více než 31 % České republiky (obrázek 11). Březen roku 2019 nepřinesl výraznější změnu. Deficit půdní vláhy v povrchové i hlubší vrstvě nadále zasahuje většinu území. V celém profilu do 1 m se k 31. 3. 2019 vyskytuje deficit na více než 81 % území ČR (obrázek 12). V dubnu byla situace ještě horší. V celém profilu do 1 m se k 28. 4. 2019 vyskytuje deficit na více než 99 % území ČR. Na většině toků je sledována podnormální vodnost a také kategorie sucho (obrázek 13). Během května se prohlubování půdního deficitu vláhy zastavilo a srážky ve třetím květnovém týdnu přispěly k vyrovnání deficitu v povrchové vrstvě zejména na Moravě a v západních Čechách. V celém profilu do 1 m se k 26. 5. 2019 vyskytuje deficit zhruba na 50 % území ČR (obrázek 14). Červen opět přinesl negativní změnu. V celém profilu se vyskytuje deficit zhruba 98 % na celém území ČR (obrázek 15). V Červenci je deficit půdní vláhy i nadále prohlubován. Na většině toků je sledována podnormální vodnost. V celém profilu do 1 m se k 28. 7. 2019 vyskytuje deficit zhruba 99 % (obrázek 16). Koncem srpna roku 2019 se deficit půdní vláhy již několikátý týden v řadě zlepšuje. V celém profilu do 1 m se k 25. 8. 2019 vyskytuje deficit zhruba na 75 % území (obrázek 17). Koncem měsíce září se na celém území vyskytuje deficit zhruba 71 % a například v Polabí se převážně vyskytuje kategorie sucho až extrémní sucho (obrázek 18). V říjnu se v celém profilu do 1 m k 28. 10. 2019 vyskytuje deficit zhruba na 68 % území (obrázek 19).



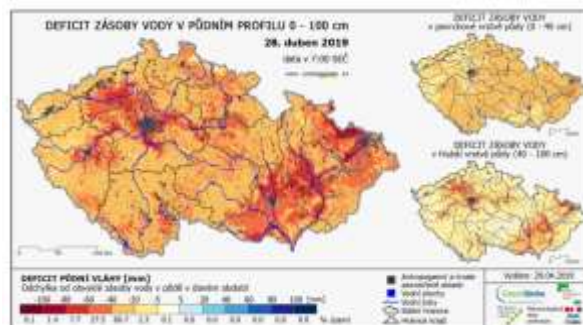
Obr. 10 Deficit půdní vláhý leden 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-01-01&to=2019-01-31¤t=2019-01-27>



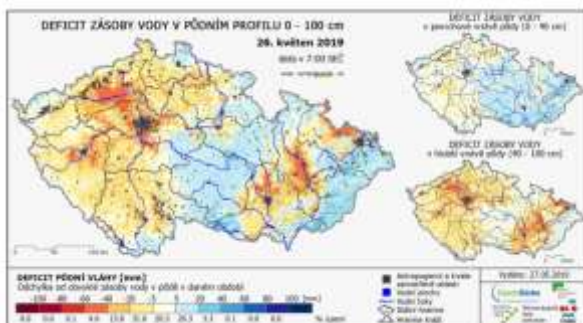
Obr. 11 Deficit půdní vláhý únor 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-02-01&to=2019-02-28¤t=2019-02-24>



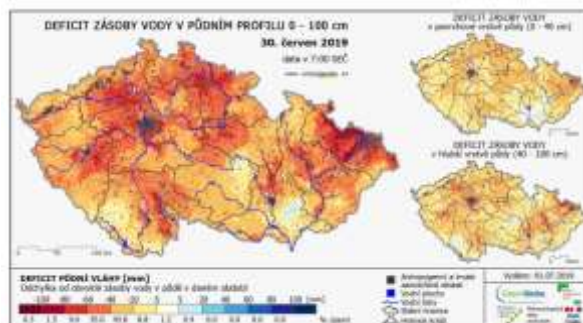
Obr. 12 Deficit půdní vláhý březen 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-03-01&to=2019-03-31¤t=2019-03-31>



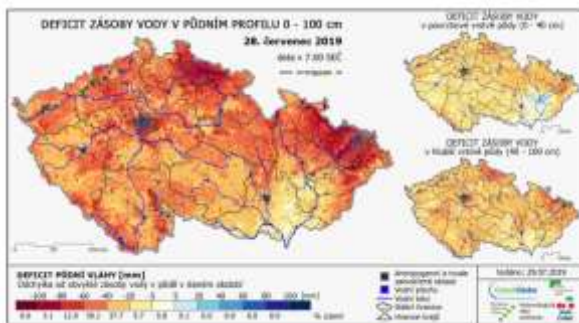
Obr. 13 Deficit půdní vláhý duben 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-04-01&to=2019-04-30¤t=2019-04-28>



Obr. 14 Deficit půdní vláhý květen 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-05-01&to=2019-05-31¤t=2019-05-26>



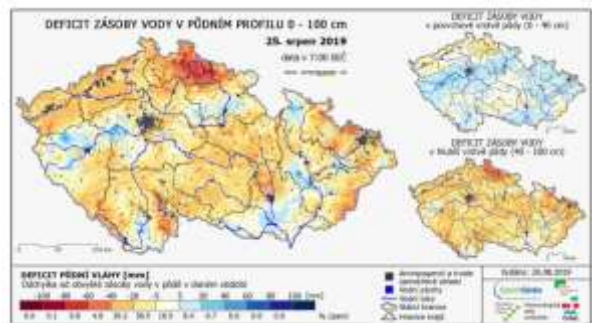
Obr. 15 Deficit půdní vláhý červen 2019
zdroj:
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-06-01&to=2019-06-30¤t=2019-06-30>



Obr. 16 Deficit půdní vláhý červenec 2019

zdroj:

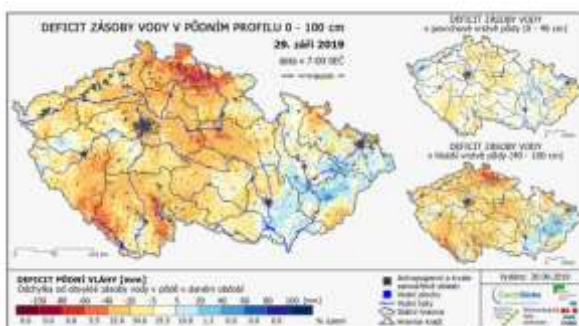
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-07-01&to=2019-07-31¤t=2019-07-28>



Obr. 17 Deficit půdní vláhý srpen 2019

zdroj:

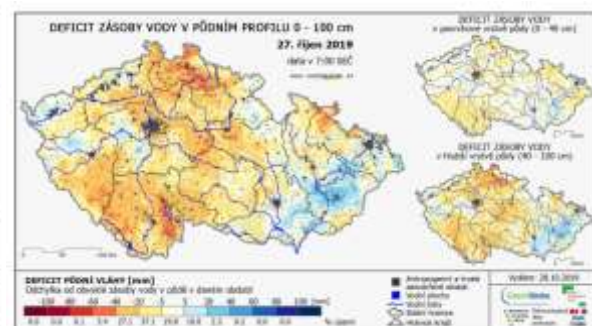
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-08-01&to=2019-08-31¤t=2019-08-25>



Obr. 18 Deficit půdní vláhý září 2019

zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-09-01&to=2019-09-30¤t=2019-09-29>



Obr. 19 Deficit půdní vláhý říjen 2019

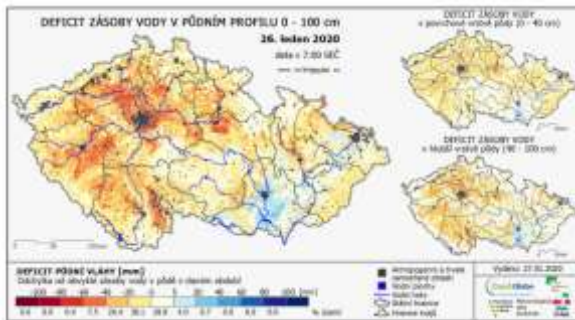
zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2019-10-01&to=2019-10-31¤t=2019-10-27>

Rok 2020 s sebou přináší pozitivní změny. V lednu je sice deficit ještě zhruba na 66 % území (obrázek 20). V únoru se situaci již zlepšuje. Je sledován normální stav převážně v Čechách a jižní Moravě. Nadnormální stav v západních Čechách a výrazně nadnormální vodnost je po dlouhé době evidována v Krkonoších, Jizerských a Orlických horách, v Jeseníkách a na Šumavě. Pouze ojediněle se vyskytují místa s podnormálním stavem (obrázek 21). Měsíc březen přinesl opět mírné zhoršení. Normální až podnormální stav vodních toků je sledován převážně na celém území ČR. Vyskytují se i místa se stavem sucho až extrémní sucho, a to na jižní Moravě (obrázek 22). Měsíc duben byl katastrofální. V celém profilu do 1 m se k 26. 4. 2020 vyskytuje deficit zhruba na 99 % území republiky, stejně jako kategorie podnormální stav a sucho vodních toků (obrázek 23). Měsíc květen přinesl mírné zlepšení, ke konci tohoto měsíce se deficit vyskytuje zhruba na 80 % území ČR (obrázek 24). V měsíci červnu nastává naprostý obrat. Co se týče vodnosti, je naše republika rozdělená na pomyslné dvě části, vodním tokem Vltava. Zatímco západně od ní je na vodních tocích normální stav, tak východně od toku převažuje výrazně nadnormální vodnost. K 28. 6. 2020 se v celém profilu do 1 m vyskytuje deficit pouze 10 % na celém území (obrázek 25). V měsíci červnu spadlo zhruba o 60 % více srážek, než je v červnu běžně obvyklé. Výhled na

další měsíce předpokládá, že spadne opět více srážek, než je v následujících měsících obvyklé.

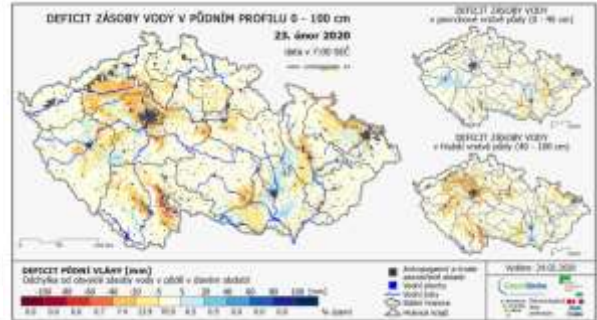
Půdní sucho do jednoho metru z Česka po intenzivních dvouměsíčních deštích prakticky vymizelo. V případě pokračování intenzivnosti dešťů, hrozí na území ČR povodně.



Obr. 20 Deficit půdní vláhý leden 2020

zdroj:

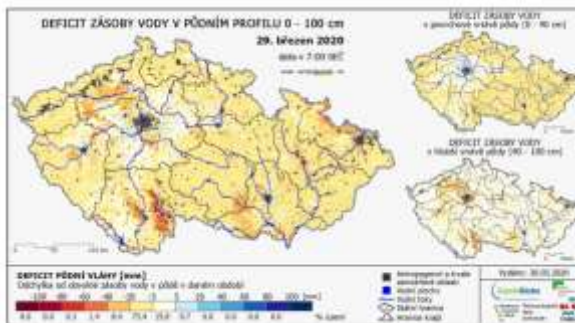
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-01-01&to=2020-01-31¤t=2020-01-26>



Obr. 21 Deficit půdní vláhý únor 2020

zdroj:

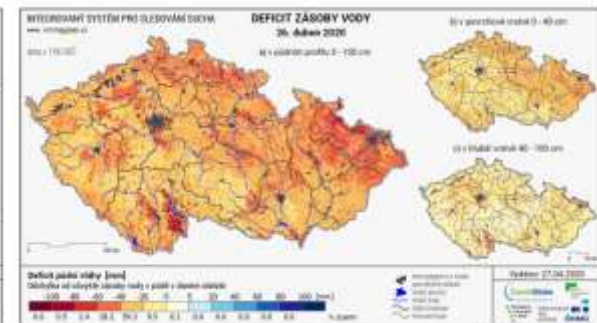
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-02-01&to=2020-02-29¤t=2020-02-23>



Obr. 22 Deficit půdní vláhý březen 2020

zdroj:

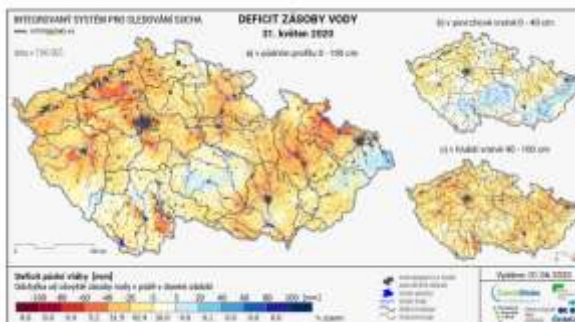
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-03-01&to=2020-03-31¤t=2020-03-29>



Obr. 23 Deficit půdní vláhý duben 2020

zdroj:

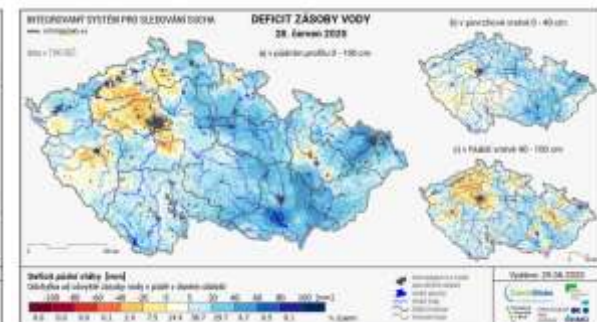
<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-04-01&to=2020-04-30¤t=2020-04-26>



Obr. 24 Deficit půdní vláhý květen 2020

zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-05-01&to=2020-05-31¤t=2020-05-31>



Obr. 25 Deficit půdní vláhý červen 2020

zdroj:

<https://www.intersucho.cz/cz/?map=8&from=2020-06-01&to=2020-06-30¤t=2020-06-28>

3.4.3.1.2 Možné způsoby jak udržet vodu v krajině

Jelikož je trend klimatických podmínek za poslední roky takový, že stoupá riziko suchých období a je velká pravděpodobnost, že toto období nastane trvale a vyhlídky na změnu jsou zatím v nedohlednu, bude nutné se na tuto změnu připravit a přizpůsobit se jí.

V uplynulých pěti letech podpořilo Ministerstvo životního prostředí na šest tisíc projektů na zachycení vody v krajině. Šlo především o úpravy toků, obnovy mokřadů, výstavbu rybníků. Mezi nejvýznamnější navržená opatření patří zjednodušení stavebního řízení při budování menších retenčních nádrží, strategii dalšího řešení vodovodní sítě – upřednostňování povrchových vod před podzemními, a změnu velikosti honů, kdy by na nejhroženějších pozemcích byla omezena plocha pro pěstování jedné kultury (Trnka 2019).

Například ministerstvo zemědělství České republiky v roce 2016 vybralo 29 výzkumných projektů, které finančně podpořilo. Zhruba 60 miliónů putovalo do výzkumu technologií a postupů, které umožní efektivnější produkci zemědělských plodin v měnícím se klimatu. Grant ve výši téměř osm milionů korun získal vědecký tým, který se zabýval tím, které brambory v období sucha pěstovat a jak. V první fázi šlo o výběr vhodného genotypu brambor a jeho testování vůči suchu. Následně šlo o vývoj agrotechnických postupů jejich pěstování, kdy se výrazněji šetří vodou.

I když nelze převzít veškeré postupy, čeští vědci mají jakýsi svůj vzor. V Izraeli totiž dokázali malý zázrak, když při nedostatku vody se tamní zemědělci stali jedni z předních pěstitelů brambor. Podstatou jejich metody jsou moderní zavlažovací systémy. Počítačem řízené kapkové zavlažování se dnes v Izraeli používá z devadesáti procent. Do trubek navíc proudí vyčištěná voda z domácností a Izrael dnes recykluje osmdesát procent odpadních vod. Výsledky jsou nepřehlédnutelné. Po dlouhých desetiletích začala v Izraeli konečně stoupat voda v řece Jordán a stoupají i zásoby podzemních vod (Janouš 2016).

Průběh povětrnostních podmínek v posledních letech, který se projevil výraznými až extrémními výkyvy počasí v průběhu vegetace a nepříznivým rozložením srážek, vyvolal potřebu rovnoměrného zásobování brambor vodou i v bramborářských oblastech, kde dosud potřeba závlah nebyla zásadním problémem. Svoji tradici u nás má zavlažování velmi raných brambor především postřikem. Způsob této závlahy je efektivní. Navíc zde nepůsobí problémy řada škodlivých činitelů díky časnému termínu sklizně a ochrana proti nim je minimální. Ovšem u povrchové závlahy později sklizených porostů je nutná intenzivnější ochrana např. proti plísni bramboru a rovněž proti terčovité a hnědé skvrnitosti.

Kapková závlaha při správné regulaci optimalizuje vláhové poměry v půdě a ovlivňuje také mikroklima v porostu. Tím stabilizuje vhodné podmínky pro vývoj porostu a tvorbu výnosu hlíz. Na rozdíl od povrchové závlahy postřikem jsou při kapkové závlaze v celém porostu vlhkostní poměry poměrně vyrovnané a nedochází tak k překryvům a zamokření části pozemků, které pak mohou být ohnisky infekce, např. plísni bramboru (Hausvater et al. 2018).

Dalším možným způsobem, jak se vyrovnat se stále se zvyšujícím suchem a teplem a následným dopadem na výnos brambor, je šlechtění odrůd odolných na sucho a vysoké teploty. Ve světovém měřítku je totiž sucho nejvýznamnější faktor, který omezuje

produktivitu rostlin. Suchovzdornost znamená schopnost odrůdy co nejefektivněji využít vodu na tvorbu a stavbu orgánů úrody při vysoké teplotě, nízké relativní vlhkosti vzduchu, nízké vlhkosti půdy, a dát relativně vysokou a kvalitní úrodu. Jde o komplexní vlastnost vyvolanou různými dílčími znaky a vlastnostmi biologickými (ranost - pozdnost), fyziologickými (odolnost cytoplazmy k dehydrataci, k vysokým teplotám, koncentracím solí), anatomicko-morfologickými, které ovlivňují transpiraci a podobně (Masarykova univerzita 2015).

Jak uvádí Vokál a kol. (2013), v současné době patří ke klasickým šlechtitelským prioritám tvorba odrůd schopných růst za sníženého přísunu vodních srážek a v oblastech s extrémně vysokými teplotami.

Mezi další účinné způsoby ochrany polních plodin před účinky sucha patří posílení jejich přirozené odolnosti. Vedle šlechtění nových odrůd s vyšší tolerancí k suchu může významnou roli sehrát listová aplikace biologicky aktivních látek, které zvýší odolnost polních plodin k suchu zadržením vody v rostlině a snížením transpirace.

Pokusu z roku 2016, jehož cílem bylo vyhodnotit projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků u vybraných odrůd brambor jako možného opatření ke zmírnění projevu sucha, se věnuje spolu s dalšími autory doc. Ing. Jiří Diviš, CSc., z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Aplikovány byly pomocné přípravky Albit, Energen Fulhum a Energen 3D smáčedlo. Autoři došli k závěru, že výsledky dosažené u dvou odrůd na dvou stanovištích ukazují, že projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků je ovlivněn podmínkami stanoviště, průběhem počasí během vegetace a je zaznamenána i rozdílná reakce zvolených odrůd na jejich aplikaci. Průběh teplot vzduchu a suma srážek v roce 2016 ale nevytvářely v době vegetace období sucha, které by se výrazně projevilo na vegetaci brambor. Dodávají, že aplikace pomocných rostlinných přípravků ve sledovaném roce nepřinesla jednoznačně pozitivní působení. Přesto se prokázalo, že listovou aplikací pomocných rostlinných přípravků je možné připravit rostlinu na stresy, kterým je vystavena během vegetace. Za významnou lze považovat i skutečnost, že aplikace pomocných rostlinných přípravků je nenáročným opatřením, které představuje minimální náklady (Bouma 2018).

3.4.3.2 Nadbytek vody – vlhko

Nadbytek srážek v zimě nevýhodně ovlivňuje vztah k proteplování půdy na jaře a zejména ke struktuře těžkých půd. Těžké a zamokřené půdy jsou naprosto nevhodné pro pěstování brambor.

V období sázení, vzházení a v první fázi růstu je deštivé a vlhké počasí nevhodné. Chlad společně se srážkami opoždí vzházení a brzdí vývin trsu. Vývin rostlin bramboru po vzejití porostu až do fáze tvorby pupat také nepříznivě ovlivňuje studené počasí s vyššími srážkami.

Ve fázi intenzivního nárůstu hlíz a translokace asimilátů z natě do hlíz je vysoká pozitivní korelace mezi srážkami a výnosem. Sucho a vysoké teploty v této fázi jsou škodlivé a ve vztahu k délce vegetačního období odrůdy je to jedna z hlavních příčin nízkých výnosů. Závlaha je v tomto období růstu porostu nejefektivnější.

Ve fázi, kdy dochází v hlízách k tvorbě škrobu, je nejlepší slunečné, mírně teplé počasí. Nadměrné srážky v tomto období růstu, jakož i oblačné počasí většinou bez

slunečního svitu podmiňují sice vysoké sklizně, ale s nižší sušinou. Takovýto průběh počasí je výhodný i pro šíření plísně bramboru (Vokál et al. 2004).

3.4.4 Optimální průběh povětrnostních podmínek v jednotlivých růstových fázích bramboru (Müller 1975)

- Pro klíčení je nejlepší období března, kdy je teplo a sucho a nejlépe beze srážek.
- Po vzejití je pro brambory dobré mírné teplo a střední srážky.
- Při tvorbě poupat a zakládání hlíz jsou lepší střední srážky a teplo.
- V období květu a při nárůstu hlíz jsou nejvhodnější vyšší srážky a mírné teplo.
- Při hromadění sušiny jsou výhodnější vyšší až střední srážky a teplo.
- Pro dozrávání je nejlepší teplo a sucho beze srážek.

3.4.5 Nároky na půdu

Jak uvádí Rybáček et al. (1988), podle Klečky a Kunze (1943) je brambor typickou humifilní čili luční plodinou z hlediska půdně ekologických nároků. Z toho vyplývá požadavek na vyšší obsah humusu, na kyselou reakci půdy. Na původních stanovištích se u nich vytvořil též požadavek na propustnost půdy.

3.4.5.1 Požadavky na vzdušný a vodní půdní režim

Brambor má výrazný nárok na provzdušnění půdy ve sféře kořenové soustavy, tedy nejen v ornici, ale i ve spodině. Dobrá provzdušněnost je na propustných půdách, které umožňují prosakování vody. Závisí na zrnitosti půdy a na absenci zhutnělých vrstev. Největší propustnost mají písčité půdy na propustném substrátu (Rybáček a kol. 1988). Munzar (1926) uvádí, že písčitá půda je vhodná, pokud obsahuje 8 – 10 % jílovitých částic a humusu. Hlinitopísčité půdy s obsahem 10 – 20 % jílovitých částic se hodí tím lépe, čím jsou hlubší a vespodu vlhčí. Těžké půdy jsou vhodné tím méně, čím jsou uléhavější, těžší a zamokřenější.

Vodní a současně i vzdušný půdní režim ovlivňuje zejména prosakující srážková nebo závlahová voda. Optimální poměr obou režimů závisí na vlastnostech půdy, zejména na půdním druhu a obsahu humusu v půdě. Vyhoující vzdušný režim pro brambory je u lehkých půd při 75 % max. vodní kapacity, u těžkých půd však je to jen při 40 až 55 % a u středních půd při 55 až 75 % max. vodní kapacity (Rybáček a kol. 1988).

3.5 Fenologické fáze brambor

Podle Hájkové (2012) jsou u lilku bramboru sledovány následující fenofáze: vzházení, řádkové zapojení porostu, úplné zapojení porostu, butonizace, počátek kvetení, plný rozkvet, konec kvetení a odumírání natě. Jsou rovněž zapisována data sázení a sklizně.

Lilek brambor byl 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, vzházení 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).

3.6 Fenologické hodnocení

Brambory se v období 1991 až 2010 sázely v průměru mezi 7. dubnem a 1. květnem. Nejdříve byly brambory sázeny 26. března roku 2013, nejpozději 23. května roku 2006. V průměru za 26 až 33 dní po sázení brambory vzcházejí. Nejranější nástup byl 16. dubna 1998, nejpozději 11. června 2006. Mladá vzešlá nať brambor je citlivá na jarní mrazíky, které ji při -0,5 až -0,8 °C poškozují částečně, při -1 až -2 °C úplně.

V době mezi sázením a vzcházením se ve zpracovaném období vyskytlo 2 – 5 mrazových dní. Při klíčení a vzcházení jsou nároky brambor na půdní vláhu malé, protože v tomto období je dostačující voda obsažená v bramborových hlízách. Po vzcházení, kdy se vytvářejí základní vegetativní orgány a nať, se však potřeba vody zvyšuje. Řádkové zapojení porostu nastává v průměru zpracovaných stanic mezi 27. květnem a 16. červnem, za 12 až 20 dní přichází úplné zapojení porostu. V těchto fenofázových intervalech byl zaznamenán úhrn srážek v rozmezí 30,1 až 43,9 mm.

Začátek tvorby hlíz se u většiny odrůd shoduje s termínem nasazení květních pupenů. Intenzivní růst hlíz probíhá od začátku kvetení do všeobecného vadnutí a odumírání nati. Butonizace nastupuje v průměru mezi 6. a 26. červnem, počátek kvetení nastupuje v průměru mezi 11. červnem až 4. červencem. Nejdříve začaly brambory kvést 26. května 2000, nejpozději 29. července 1996. Konec kvetení nastává v průměru mezi 28. červnem a 21. červencem. Intenzivní růst hlíz končí v období odumírání natě, které v průměru nastává mezi 24. červencem a 23. srpnem.

Od butonizace po odumírání nati uplyne v průměru 47 až 61 dní se sumou teploty vzduchu v rozmezí 725 až 1036 °C, trvání slunečního svitu je v rozpětí 287 – 426 hodin, úhrn srážek je od 86 do 176 mm a počet dní se srážkovým úhrnem 1 mm a více je v rozmezí 12,2 až 19,6 dne.

Sklizeň bramboru probíhá v průměru od 24. srpna do 1. října. Nejdříve byly brambory sklizeny 21. července 1999, nejpozději 18. října 2001. Na časový nástup fenofází mají vliv i mnohé další faktory, kromě průběhu počasí v daném roce, zejména odrůdová skladba. Termíny sázení a sklizně jsou velmi ovlivněny jak aktuálním průběhem počasí, tak agrotechnickými postupy. Vývoj fenofází se následně odvíjí podle termínu sázení (Hájková 2012).

3.7 Ekologické pěstování brambor

3.7.1 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je definováno v zákoně č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství. Ekologickým zemědělstvím 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 zamožují 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).

Je to zemědělství, které je založeno na ekologicky šetrném způsobu hospodaření, který využívá pouze tradičních přístupů a přírodních zdrojů, nebo surovin.

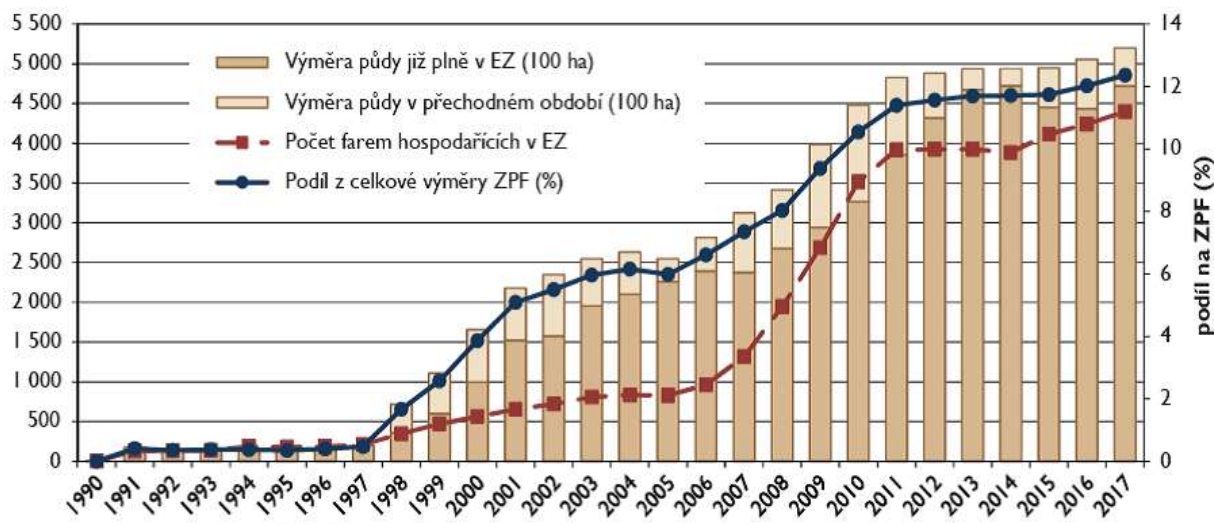
3.7.1.1 Ekologické zemědělství a jeho vývoj v České republice

V Československu byly první zmínky o EZ publikovány teprve v letech 1985 – 1987 (Šarapatka et al. 2006). Zásadní posun ve vývoji ekologického zemědělství znamenal rok 1990, kdy 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. Řada podniků hospodařících ekologicky jen z důvodů dotací ukončila svou činnost. V roce 1994 bylo rozhodnuto o zavedení jednotné ochranné známky pro biopotraviny a to zejména z důvodů marketingu a zviditelnění produkce na veřejnosti. V této době začali působit na českém trhu větší zpracovatelé a obchodníci a postupně se zvyšovalo povědomí spotřebitelů o tomto typu produkce. 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. V roce 2000 došlo ke schválení již zmiňovaného zákona o ekologickém zemědělství, který stanovuje pravidla pro pěstování rostlin a chov hospodářských zvířat, dále pak pro zpracování, dovoz, vývoz a označování bioproduktů a biopotravin. Zákon je v souladu s platnou legislativou Evropské unie o ekologickém zemědělství, tj. nařízením č. 2092/91/EEC. Ekologické zemědělství je dnes v ČR stabilizovaný zemědělský systém, který je státem podporován a je dobrou alternativou vývoje zemědělství v ČR do budoucna (Václavík 2005).

Během posledních zhruba patnácti let se ekologické zemědělství značně rozšířilo, především díky podpůrným programům Evropské unie. Zatímco 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 1,7 krát z původních 312 000 hektarů v roce 2007 a počet farem stoupl více než trojnásobně. Graf 1 znázorňuje vývoj počtu farem, výměry zemědělské půdy v ekologickém

zemědělství a jejího podílu na zemědělském půdním fondu od roku 1990 do roku 2017 (Hrabalová 2017).

Graf 1 Vývoj celkové výměry půdy a počtu farem v EZ a podílu na celkové ploše (1990 – 2017)



zdroj: http://eagri.cz/public/web/file/616968/Rocenka_Ekologickeho_zemedelstvi_2017_k_zverejneni.pdf

3.7.2 Brambory pěstované v podmínkách ekologického zemědělství v ČR

Brambory v současné době patří k minoritním plodinám v systému ekologického zemědělství. Jako hlavní okopanina tvoří podíl cca 0,5 % z celkové certifikované plochy v ČR.

Následující tabulka znázorňuje vývoj a produkci ekologicky pěstovaných brambor na území České republiky v letech 2002 až 2018. Je viditelné, že produkce se postupně pomalu zvyšuje. V roce 2002 bylo ekologicky vypěstováno 1 827 tun brambor, v roce 2018 už 3 782 tun. Největší produkce byla v roce 2009, kdy bylo sklizeno 4 190 tun. Naopak nejméně vyprodukovaných bio brambor bylo v roce 2003, kdy se produkce pohybovala zhruba 1 360 tun.

Hektarové plochy, na kterých se ekologicky pěstují brambory, se stále zvětšují. V roce 2002 se brambory ekologicky pěstovaly na 115 hektarech, v roce 2018 už na 299 hektarech. Nejméně ekologicky osázených ploch bylo v roce 2006, a to pouhých 85 hektarů. V roce 2018 to byly naopak největší plochy, které dosahovaly téměř 299 hektarů.

Tabulka 1 Vývoj produkce a ploch ekologicky pěstovaných brambor na území ČR (2002 – 2018)

Rok	Plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce (t)
2002	115	15,9	1827
2003	96	14,1	1360
2004	108	18,7	2019
2005	138	17,9	2464
2006	85	17,6	1498
2007	140	19,6	2737
2008	238	14,9	3539
2009	251	21,2	4190
2010	229	16,9	2483
2011	281	17,5	3723
2012	230	16,9	3277
2013	235	13,9	2977
2014	253	11,6	2859
2015	213	12,3	3255
2016	175	14,3	2488
2017	211	12,8	2448
2018	299	15	3782

Zdroj: KEZ, Ročenky EZ

Dosahované výnosy biobrambor jsou nižší ve srovnání s konvenčním pěstováním. Limitujícími faktory pro ekologický způsob pěstování brambor jsou, kromě zvýšených nákladů na jednotku produkce, zejména zvýšený výskyt některých chorob (hlavně plísně bramborové), škůdců (mandelinky bramborové) a nežádoucí konkurence plevelů (zejména v raných fázích vývoje porostů). Hamouz et al. (1998) zjistili, že brambory z ekologického způsobu pěstování měly proti konvenčnímu způsobu nižší celkovou průměrnou hmotnost hlíz a byly velikostně vyrovnanější. V obsahu škrobu a sušiny nezjistili průkazné rozdíly. Štorková & Prugar (1997) v pokusech při ekologickém způsobu pěstování brambor zaznamenali vyšší obsah škrobu a sušiny. Dále uvádí, že brambory z ekologického pěstování mají obvykle pevnější slupku a kompaktnější dužninu.

V příznivém ročníku pro pěstování brambor jsou rozdíly ve výnosech vyšší, v méně příznivém ročníku jsou rozdíly nižší (Vokál et al. 2004).

3.7.3 Volba vhodné odrůdy pro EZ

Podobně jako u jiných plodin, tak i u brambor má výběr odrůdy v systému ekologického zemědělství zásadní význam. Rozhodující je také kvalita a zdravotní stav konkrétní zvolené partie sadby. Při výběru odrůdy mají v systému ekologického zemědělství přednost odrůdy s kratší vegetační dobou, což jsou odrůdy s rychlejším počátečním růstem, rychlejším nasazováním hlíz, s nižší náročností na výživu dusíkem a s vyšší odolností vůči chorobám. U odrůd s delší vegetační dobou, které jsou určeny většinou pro podzimní konzum a na uskladnění, je důležité volit odrůdy s vyšší odolností vůči chorobám. Odrůdy polopozdní

i přes vyšší výnosový potenciál a větší odolnost proti plísni bramboru představují riziko nestability výnosu a výtěžnosti konzumních hlíz (Diviš & Valeta 2006).

Obecně by se měla používat jen zdravá a certifikovaná sadba. Sadba pro ekologické pěstování musí v zásadě pocházet z ekologické množitelské produkce. Aktuální dostupnost uznaného ekologického osiva sadby si lze ověřit v registru ekologického osiva a sadby na webových stránkách ÚKZÚZ (Hradil 2007).

Sadbu brambor určenou do podmínek ekologického zemědělství je nutné před výsadbou pokud možno naklíčit či alespoň narašit. Naklíčení způsobí, že rostliny rychleji vzházejí a lépe je potlačován plevel. Tato biologická příprava zvyšuje fyziologické stáří sadbových hlíz, což vede k tvorbě nižšího počtu klíčků, a tím i méně stonků. To se projeví nižším nasazením hlíz pod trsem, které však dříve dosáhnou konzumní velikosti a mají větší hmotnost. Těmito postupy lze tedy zvýšit ranost a částečně předejít snížení produkce v důsledku napadení plísni bramboru (Konvalina et al. 2014).

Podle současné databáze ekologických osiv pro ČR jsou níže uvedeny tři odrůdy brambor vhodných do ekologického systému pěstování (ÚKZÚZ 2019).

Odrůda Laura - je poloraná, konzumní odrůda odolná hád'átku bramborovému, virovým chorobám i obecné strupovitosti. Hlízy jsou dlouze oválné s velmi mělkými očky a mimořádně sytě žlutou dužninou. Po uvaření jsou hlízy pevné s velmi dobrou aromatickou chutí. Jejich výhodou je, že netmavnou za syrova, ani po uvaření. Varný typ se označuje jako B. Velmi pěkný tvar hlíz v kombinaci s červenou slupkou a vysokou stolní hodnotou činí z Laury „červenou hvězdu“ na bramborovém nebi současnosti. Odrůda je vhodná jak pro přímý konzum, tak pro zpracovatelské účely např. na hranolky, loupání, sterilování atd.

Odrůda Marabel - raná stolní odrůda s velmi dobrou chutí. Hlízy jsou oválné, slupka hladká a světlá, očka mělká, dužnina žlutá. S ohledem k vysokému počtu nasazených hlíz dává vysoké výnosy. Velmi vhodná na praní a loupání. Varný typ B. Marabel je velmi výnosná a dobře prodejná. Odrůda je rezistentní proti napadení hád'átku bramborovému, odolná proti šednutí dužiny. Má vysokou odolnost vůči strupovitosti, rzivosti, černání i mechanickému poškození.

Odrůda Red Sonia - velmi raná konzumní odrůda s červenou slupkou. Výnosy má vysoké, hlízy jsou středně velké, oválné, vhodné ke skladování. Jedná se o červenoslupkou odrůdu většího nasazení a mnohem sytější červené barvy slupky. Dužnina je žlutá až světle žlutá, která po uvaření netmavne. Velkou předností je malá náchylnost k mechanickému poškození. Je vysoce odolná vůči virovým chorobám, středně odolná proti strupovitosti a plísním.

3.7.4 Nejzávažnější choroby a škůdci brambor v podmínkách ekologického zemědělství

3.7.4.1 Plíseň bramboru

Jedná se o chorobu, která ovlivňuje výnos a kvalitu hlíz zejména v systému ekologického zemědělství. 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. 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).

3.7.4. 2 Mandelinka bramborová

Vedle mšic je mandelinka bramborová považována za nejzávažnějšího škůdce brambor. Přímé škody způsobuje brouk a především jeho larvy požerem listů, stonků a výjimečně i okusem hlíz. 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 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 a kol. 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).

4 MATERIÁL A METODY

Následující část diplomové práce se zabývá výnosy brambor z celé České republiky v letech 2002 – 2018 jak v konvenčním, tak v ekologickém způsobu pěstování. Výnosové řady dat pro Českou republiku a pěstování konvenčním způsobem, byly získány z Českého statistického úřadu, Situačních a výhledových zpráv týkajících se brambor a další odborné publikace (Sto let organizovaného českého bramborářství 1908 – 2008). Data z ekologického pěstování pro roky 2002 – 2007 byly získány od organizace KEZ, což je první akreditovaná kontrolní a certifikační organizace zajišťující odbornou nezávislou kontrolu a certifikaci v systému ekologického zemědělství a pro roky 2008 - 2018 z Ročenek ekologického zemědělství pro jednotlivé roky. Jedná se v podstatě o jediné statistiky uvádějící informace ohledně ekologického pěstování jednotlivých druhů plodin. Tyto ročenky existovaly již před rokem 2008, ale informace v nich nejsou tak podrobné jako v následujících letech a proto není možné z nich výnos brambor pro ekologické plochy vyčíst ani spočítat. Výnosové řady, plochy brambor a produkce v jednotlivých letech jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2. Veškeré výnosy jsou uvedeny v tunách na hektar a všechny osázené plochy v hektarech. Následující část diplomové práce uvádí popisnou statistiku, trendy výnosových řad a určení odchylek od průměru výnosů brambor (t/ha) pro Českou republiku.

Tabulka 1 Vývoj ploch, výnosů a produkce ekologicky pěstovaných brambor na území ČR v letech 2002 – 2018

Rok	Plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce (t)
2002	115	15,9	1827
2003	96	14,1	1360
2004	108	18,7	2019
2005	138	17,9	2464
2006	85	17,6	1498
2007	140	19,6	2737
2008	238	14,9	3539
2009	251	21,2	4190
2010	229	16,9	2483
2011	281	17,5	3723
2012	230	16,9	3277
2013	235	13,9	2977
2014	253	11,6	2859
2015	213	12,3	3255
2016	175	14,3	2488
2017	211	12,8	2448
2018	299	15	3782

Zdroj: KEZ, Ročenky EZ

Tabulka 2 Vývoj ploch, výnosů a produkce konvenčně pěstovaných brambor na území ČR v letech 2002 - 2018

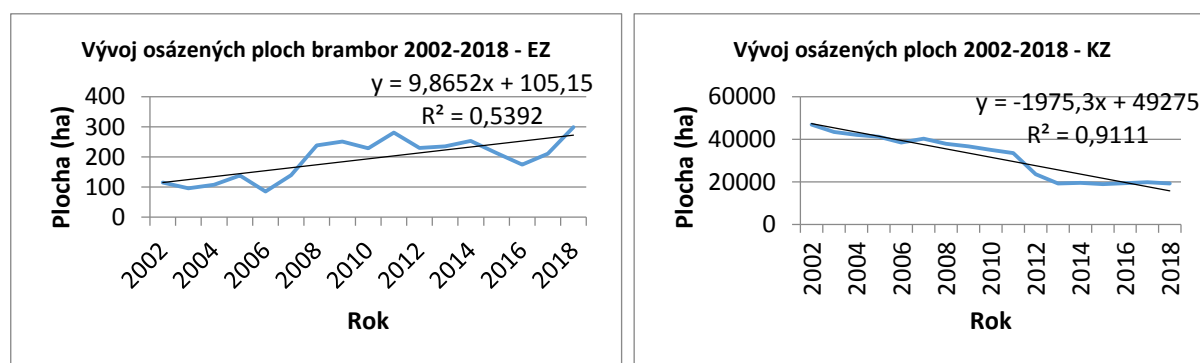
Rok	Plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce (t)
2002	46917	23,57	1105967
2003	43489	19,35	841465
2004	42141	23,57	993192
2005	41207	28,05	1155996
2006	38549	21,7	836614
2007	40244	24,79	997671
2008	37816	25	945234
2009	36722	25,29	928752
2010	35050	23,24	821862
2011	33580	29	973859
2012	23652	27,98	661795
2013	19220	24,14	463995
2014	19548	30,82	602460
2015	18911	23,02	435344
2016	19385	31,36	607871
2017	19795	30,81	609810
2018	19228	26,16	502961

Zdroj: Český statistický úřad

Z grafu 2 je viditelné, že v ekologickém zemědělství jsou plochy, na kterých se pěstují brambory, mnohem menší než v konvenčním zemědělství, což je logické. V roce 2002 se brambory ekologicky pěstovaly pouze na ploše 115 hektarů, což je oproti 46 917 hektarům v konvenci naprosté minimum. Ze sledovaného období 2002 – 2018 byly ekologické plochy nejmenší v roce 2006, kdy se brambory tímto způsobem pěstovaly pouze na 85 hektarech, naopak největší v roce 2018, kdy osázené plochy dosahují až 299 hektarů. Je zřejmé, že trend ekologického zemědělství neustále stoupá a nachází si větší oblibu u spotřebitelů, proto se plochy zvětšují a doufejme, že nadále budou. Během let 2002 – 2018 se plocha, na které se ekologicky pěstují brambory, zvyšuje o zhruba 9,8 ha za rok.

V konvenčním zemědělství je zřejmé, že tendence je opačná. Plochy, na kterých se pěstují brambory, se neustále zmenšují. Od roku 2002 s 46 917 osázenými hektary je oproti roku 2018, kdy se plocha zmenšila pouze na 19 228 hektarů, úbytek více než jednou takový. Každým rokem se osázené plochy snižují o 1 975 hektarů.

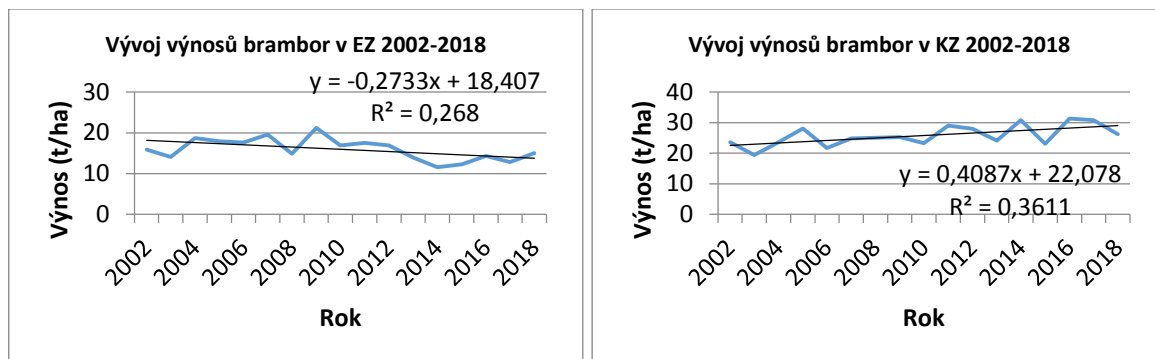
Graf 2 Vývoj osázených ploch brambor EZ a konvence



Je zajímavé, že i přesto, že se brambory v ekologickém zemědělství pěstují na stále větším území, z grafu 3 je patrné, že hektarový výnos lehce klesá. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo v roce 2009, kdy výnos činil 21,2 t/ha, naopak nejmenší v roce 2014, a to pouhých 11,6 t/ha. Meziroční úbytek za sledované období činí každým rokem méně o 0,27 tun na hektar.

V konvenčním zemědělství má výnos naopak stoupající tendenci, ovšem v některých letech dochází k rapidnímu propadu oproti rokům okolo. Nejvyšších hektarových výnosů bylo dosaženo v roce 2016, kdy bylo průměrně sklizeno 31,36 t/ha. Naopak nejmenší průměrný výnos byl zaznamenán v roce 2003 a to 19,35 t/ha. Za dané sledované období ovšem každým rokem výnos stoupá o zhruba 0,41 tun na hektar.

Graf 3 Vývoj výnosů brambor v EZ a konvenci



4.1 Popisná statistika

V této části diplomové práce jsou spočítány následující statistické charakteristiky. Všechny údaje jsou vypočítány pomocí programu Microsoft Office Excel 2010.

- střední hodnota
- chyba střední hodnoty
- medián
- modus
- směrodatná odchylka
- rozptyl výběru
- špičatost
- šikmost
- minimum
- maximum
- součet
- počet
- největší (1)
- nejmenší (1)
- hladina spolehlivosti (95%)

4.1.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010

V programu Microsoft Office Excel 2010 se otevře nový list. V tomto nově vytvořeném listě se založí dva sloupce. První sloupec udává jednotlivé roky (2002 – 2018)

druhý sloupec vyjadřuje k příslušným rokům výnos. Po vytvoření sloupců, se sloupec uvádějící výnos označí, přejde se na záložku data, poté analýza dat, popisná statistika a klikne se na tlačítko OK. Vyskočí dialogové okno, ve kterém je nutné vybrat vstupní oblast, které se statistické šetření týká (všechny výnosy za jednotlivé roky), následně se zaškrtně políčko popisky v prvním řádku a vybere se výstupní oblast. Dále se v dialogovém okně zaškrtně, že je požadován zobrazit Celkový přehled, Hladina spolehlivosti pro střední hodnotu (95%), K-té největší (1), K-té nejmenší (1) a stiskne se tlačítko OK. Následně dojde k zobrazení tabulky, která udává potřebné statistické charakteristiky, které pro naše účely postačí zaokrouhlit na dvě desetinná místa.

4.2 Trendy výnosových řad – Grafy a jejich popis

Pro následující zpracování této části diplomové práce byl opět použit program Microsoft Office Excel 2010. V programu byly vytvořeny grafy. U každého z těchto grafů se zobrazí regrese a hodnota spolehlivosti R^2 . Čím větší je hodnota R^2 , tím je graf spolehlivější. Následující tabulky vyjadřují rovnice a hodnotu R^2 u jednotlivých typů trendů pro Českou republiku.

Tabulka 3 Typy trendů, rovnice a R^2 - Česká republika – konvence 2002 - 2018

Typ trendu	Rovnice	R^2
Exponenciální	$y = 22,128e^{0,0159x}$	$R^2 = 0,3606$
Lineární	$y = 0,4087x + 22,078$	$R^2 = 0,3611$
Logaritmický	$y = 2,4679\ln(x) + 20,892$	$R^2 = 0,327$
Polynomický	$y = -0,0086x^2 + 0,5636x + 21,587$	$R^2 = 0,3642$
Mocninný	$y = 21,078x^{0,0974}$	$R^2 = 0,3348$

Tabulka 4 Typy trendů, rovnice a R^2 - Česká republika – EZ 2002 - 2018

Typ trendu	Rovnice	R^2
Exponenciální	$y = 18,473e^{-0,018x}$	$R^2 = 0,284$
Lineární	$y = -0,2733x + 18,407$	$R^2 = 0,268$
Logaritmický	$y = -1,109\ln(x) + 18,132$	$R^2 = 0,1095$
Polynomický	$y = -0,043x^2 + 0,5002x + 15,957$	$R^2 = 0,3939$
Mocninný	$y = 18,234x^{-0,075}$	$R^2 = 0,1242$

4.2.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010

Stejná data, která se využila pro popisnou statistiku, se využijí i při vytváření grafů. Označí se sloupec s uvedenými roky a sloupec s příslušnými výnosy k jednotlivým letům, rozklikne se záložka vložení, vybere se spojnicový graf, který se následně vytvoří. Pod záložkou vložit se vybere kontingenční graf, otevře se okno s názvem Seznam polí kontingenční tabulky, kde se do oblasti Pole osy přetáhne záložka rok a do oblasti hodnota záložka výnos. Vodorovná osa vyjadřuje roky, osa svislá výnosy. Je nutné obě osy grafu popsat a uvést název příslušného grafu. Poté se v grafu vyberou sloupce, klikne se pravým

tlačítkem myši, zvolí se přidat spojnicí trendu, typ trendu a regrese (exponenciální, lineární, logaritmický, polynomický, mocninný). Dohromady bude pět grafů, protože pro každý tento typ trendu a regrese se zkoumá zvlášť. U každého grafu se zaškrtnou políčka zobrazit rovnici regrese a zobrazit hodnotu spolehlivosti R^2 a OK.

4.3 Určení odchylky od průměru výnosů brambor v t/ha

Pro určení odchylky od průměru výnosů brambor v letech 2002 - 2018 byl opět použit program Microsoft Office Excel 2010. Odchylka výnosů brambor je udána v tunách na hektar. V případě, že odchylka vyjde v záporných hodnotách, znamená to, že daný rok byl menší výnos, než je průměr všech výnosů za dané období. Pokud naopak vyjde kladně, daný rok má větší výnosy, než je průměr. Poté co se spočítá odchylka výnosů brambor, se jednotlivé roky rozdělí do tří skupin: Roky s minimálním výnosem, roky s normálním výnosem, roky s maximálním výnosem a vytvoří se graf.

4.3.1 Postup v programu Microsoft Office Excel 2010

Data (roky a příslušné výnosy) vytvořená pro popisnou statistiku se použijí i v určení odchylky výnosů. Odchylka od průměru výnosů se vypočítá tak, že od výnosu v konkrétním roce se odečte průměrný roční výnos za sledované období. Program Microsoft Office Excel 2010 se svými funkcemi toto počítání velice usnadní. Po spočítání odchylek za jednotlivé roky se vytvoří sloupcový graf, který graficky znázorní odchylky výnosů brambor. Označí se sloupec rok a sloupec odchylka, klikne se na záložku vložení kontingenčního sloupcového grafu, otevře se okno s názvem Seznam polí kontingenční tabulky, kde se do oblasti Pole osy přetáhne záložka rok a do oblasti hodnota záložka odchylka. Opět je nutno graf popsat a stejně tak jeho osy. Vodorovná osa vyjadřuje roky, svislá osa vyjadřuje odchylku od průměrného výnosu uvedenou v t/ha.

4.4 Regresní analýza proměnlivosti výnosu a kvality

Následující statistické modely byly vytvořeny podle algoritmu na úseku meteorologie katedry agroekologie a rostlinné produkce (Potopová et al. 2020). Pro analýzu vlivů různých faktorů na výnos brambor byla použita metoda lineární regrese, ze které vycházejí lineární modely v následujících tvarech:

$$Y_d = a + b \cdot t \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$Y_d = a + b \cdot r \text{ (mm)}$$

kde a vyjadřuje konstantu. Šikmost, neboli b , vyjadřuje, zda jsou hodnoty rozloženy okolo průměru symetricky. Pro model regresní analýzy jsou použity úhrny srážek r , mm a průměrné teploty t $^\circ\text{C}$ na území celé ČR.

Regresní analýza byla použita k vyhodnocení závislosti výnosových parametrů. Byla hodnocena závislost výnosů v jednotlivých měsících vegetačního období (březen- září) brambor během let 2002 – 2018 v konvenčním i ekologickém způsobu pěstování na

srážkových úhrnech a teplotních průměrech pro ČR. Pomocí korelačního Pearsonova koeficientu r , který udává těsnost vazby mezi odchylkami výnosu a odchylkami teplot a srážek. Jeho kladné hodnoty r vykazují pozitivní vliv v daném měsíci na výnos a jeho záporné hodnoty negativní. Jeho hodnoty se pohybují v rozmezí od -1 do +1. Je vyhodnocen dle klasifikace: slabá korelace (0,1 – 0,3), střední (0,4 – 0,6), silná (0,7 – 0,8) a velmi silná (více než 0,9). Hodnota R^2 udává procentuální podíl vlivu teploty nebo srážek v daném měsíci na výnos brambor. Pokud je hodnota b kladná, je tento vliv pozitivní, záporné hodnoty vykazují negativní vliv. Hladina významnosti p určuje, jak je tento vliv statisticky významný. Hranice pro určení hladiny významnosti je hodnota 0,05, kdy $p \leq 0,05$ určuje statisticky významný vztah, $p \geq 0,05$ statisticky nevýznamný vztah.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výnosy České republiky v letech 2002 – 2018

5.1.1 Vyhodnocení popisné statistiky

Následující tabulky 5 a 6 ukazují, že výnosy brambor během let 2002 – 2018 dosáhly v průměru 15,95 t/ha za rok v ekologickém zemědělství a 25,76 t/ha za rok v konvenci. U ekologického způsobu pěstování (tabulka 5) je prostřední hodnota výnosů (medián) 15,9 t/ha. Hodnota s nejčastějším výskytem výnosů (modus) byla 16,9 t/ha. Směrodatná odchylka byla 2,67 a rozptyl byl 7,11 t/ha. V roce 2009 se objevila maximální hodnota výnosu 21,2 t/ha. Podle situační a výhledové zprávy pro rok 2009 byl nástup jara opožděný díky vydatným srážkám, ale teplotně v normálu. V dubnu ovšem jaro propuklo v plné síle a průměrná teplota vzduchu dosáhla 12 °C, v některých dnech teploty vzduchu dosahovaly 20 – 22 °C. Srážkově byl měsíc duben podprůměrný (měsíční úhrn srážek 9,1 mm, tj. 21 % normálu), proto půda velmi rychle osychala a příprava půdy i vlastní výsadba byly provedeny za ideálních půdních i klimatických podmínek. Teplé počasí následovalo i po výsadbě a měsíční úhrn srážek v měsíci květnu dosáhl 119,5 % dlouhodobého průměru. Měsíc červen teplotně nevybočil z normálu a měsíční úhrn srážek 111,0 mm opětovně převýšil dlouhodobý průměr (121 %). V měsíci červenci došlo k výraznějšímu oteplení, maximální teploty převýšily hranici 30 °C a průměrná měsíční teplota vzduchu s 18,4 °C převýšila dlouhodobý průměr o 1,9 °C a obdobně tomu bylo i se srážkami (108,8 % normálu). Průběh počasí v těchto měsících vytvořil opět ideální podmínky pro růst a vývoj brambor. Porosty byly v tomto období mimořádně narostlé, vyrovnané a vykazovaly velmi dobrý celkový stav. Zářijové počasí bylo teplotně výrazně nadprůměrné (průměrná teplota vzduchu 14,6 °C převýšila normál o 2,3 °C) a suché (měsíční úhrn srážek pouze 25 mm, tj. 51 % normálu).

Minimální hodnota výnosu v ekologii byla 11,6 t/ha a to v roce 2014. Únor roku 2014 byl silně atypický, průměrná teplota dosahovala 2,1 °C, což je o 4 °C více než je dlouhodobý průměr. Současně spadlo pouze 5,5 mm srážek, a to dešťových. Trend vysokých teplot pokračoval i v měsíci březnu, kdy naměřená průměrná teplota byla o 4,5 °C vyšší než dlouhodobý průměr. Srážkově byl měsíc březen mírně nadprůměrný, spadlo 134 % úhrnu srážek dlouhodobého průměru. Po velice teplém a slunečném březnu nastal chladnější a v první dekádě deštivější měsíc duben. Ke změně teplot došlo až v polovině měsíce, kdy maximální teploty vzduchu dosáhly až 21 °C. Celkově byl duben teplotně nadprůměrný, ale srážkově podprůměrný. Měsíc květen byl průměrně teplým a srážkově silně nadprůměrným měsícem se značně proměnlivým počasím. Bylo zaznamenáno pět vydatných bouřek s úhrnem srážek nad 15 mm. Květen byl nejvlhčí měsíc roku 2014, kdy napadlo 129 mm srážek, což je 169 % dlouhodobého průměru. Měsíc červen byl teplotně průměrný, srážkově byl silně podprůměrný. Měsíční úhrn srážek byl 36 mm, což je pouze 40 % dlouhodobého průměru, přičemž rozhodující část (90 %) spadla až ve třetí dekádě měsíce. Proto lze první dvě dekády června hodnotit jako nejsušší období vegetace. Měsíc červenec byl také srážkově podprůměrný, naměřený měsíční úhrn srážek 71,9 mm tvořil pouze 85 % dlouhodobého průměru. Průměrná měsíční teplota vzduchu byla o 2,7 °C vyšší, než je dlouhodobý průměr.

Měsíc srpen byl srážkově i teplotně téměř průměrný. Měsíc září byl teplotně nadprůměrný a srážkově silně nadprůměrný (107 mm, resp. 221 % dlouhodobého průměru).

Celkový součet všech výnosů byl 271,1 t/ha. Počet sledovaných let byl 17 a hladina spolehlivosti provedené statistiky byla 95,0 %.

Popisné statistiky pro konvenci jsou uvedeny v tabulce 6. Průměrná hodnota výnosů (medián) je 25 t/ha. Hodnota s nejčastějším výskytem výnosů (modus) byla 23,57 t/ha. Směrodatná odchylka byla 3,43 a rozptyl byl 11,79 t/ha. V roce 2016 se objevil maximální výnos za sledované období a to s hodnotou 31,36 t/ha. Podle situační a výhledové zprávy pro brambory byl leden 2016 teplotně průměrný, srážkově spíše podprůměrný, měsíc únor byl teplotně i srážkově nadprůměrný. Měsíc březen byl zpočátku proměnlivý s průměrnými denními teplotami vzduchu kolem 3 °C. Ke konci třetí dekády tohoto měsíce se výrazněji oteplilo a 31. března 2016 bylo naměřeno denní maximum 20 °C. Měsíc duben byl teplotně průměrný a srážkově mírně podprůměrný. Začátek května byl chladnější a deštivější a v jeho poslední dekádě dosahovaly maximální teploty vzduchu až 26 °C, což mělo za následek větší četnost bouřek a intenzivních dešťů. V měsíci červnu spadlo zhruba 80 % z dlouhodobého průměru srážek a teploty byly nadprůměrné. Měsíc červenec začal vysokými teplotami vzduchu. Trend vyšších teplot pokračoval až na začátek druhé dekády, kdy se objevily dešťové přeháňky, což mělo za následek prudké ochlazení s denními maximy okolo 15 °C. Oteplovat se začalo až na konci druhé a počátkem třetí dekády, kdy se denní maxima opět pohybovala mezi 25 až 30 °C. Červenec byl srážkově nadprůměrný, spadlo 125 % dlouhodobého průměru. Srpen a září pokračovaly teplým a slunečným počasím s podprůměrnou hodnotou spadlých srážek. Tento rok byly vytvořeny podmínky pro mimořádnou úroveň výnosů brambor.

Minimální hodnota výnosu byla 19,35 t/ha v roce 2003. Celkový součet všech výnosů byl 437,85 t/ha. Počet sledovaných roků byl 17 a hladina spolehlivosti provedené statistiky byla 95,0 %.

Tabulka 5 Popisné statistiky-ekologie

Střední hodnota	15,95
Chyba stř. hodnoty	0,65
Medián	15,9
Modus	16,9
Směrodatná odchylka	2,67
Rozptyl výběru	7,11
Špičatost	-0,6
Šikmost	0,18
Rozdíl max-min	9,6
Minimum	11,6
Maximum	21,2
Součet	271,1
Počet	17
Největší (1)	21,2
Nejmenší (1)	11,6
Hladina spolehlivosti (95,0%)	1,37

Tabulka 6 Popisné statistiky-konvence

Střední hodnota	25,76
Chyba stř. hodnoty	0,83
Medián	25
Modus	23,57
Směrodatná odchylka	3,43
Rozptyl výběru	11,79
Špičatost	-0,67
Šikmost	0,17
Rozdíl max-min	12,01
Minimum	19,35
Maximum	31,36
Součet	437,85
Počet	17
Největší (1)	31,36
Nejmenší (1)	19,35
Hladina spolehlivosti (95,0%)	1,77

5.1.2 Trendy výnosových řad

Následující grafy ukazují, jak vyšly jednotlivé typy trendů. Když porovnáme hodnoty R^2 zjistíme, že největší je u polynomického trendu. Tento typ trendu tedy vyhovuje nejlépe.

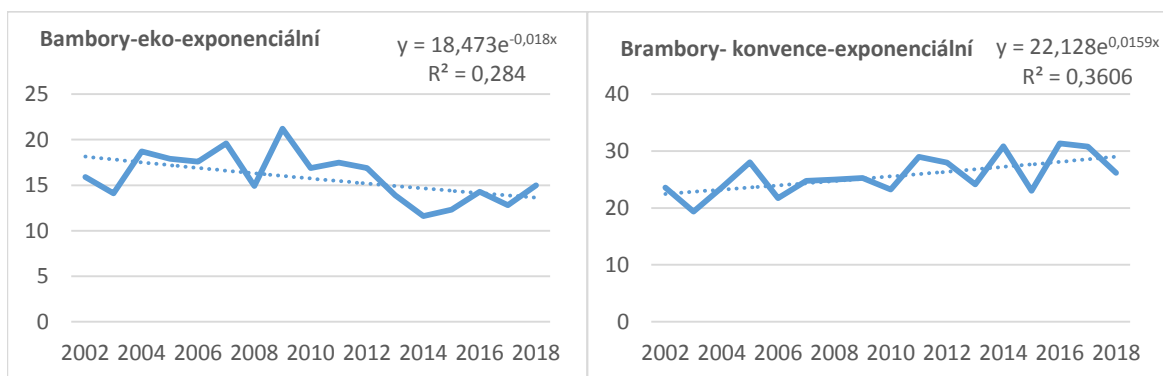
Exponenciální trend

Z grafu č. 4 (exponenciální trend) je viditelné, že v ekologickém zemědělství trend klesá, naopak v konvenci stoupá. Pro ekologii je patrné, že hodnota exponenciálního trendu v letech 2002 – 2018 klesla z 18 t/ha na 14 t/ha. Výnosy v letech 2007 a 2009 jsou nápadně vyšší než trend a roky 2002, 2003 a 2014 jsou naopak nižší, než je trend. Ostatní roky se hodnoty pohybují spíše v normálu.

Pro konvenční způsob pěstování je viditelný stoupající trend, jehož hodnota 22,5 t/ha v roce 2002 se vyšplhala až na hodnotu 29 t/ha v roce 2018. Roky 2003, 2010, 2013, 2015 a 2018 jsou mnohem nižší než trend, naopak v letech 2005, 2011, 2012, 2014, 2016 a 2017 jsou hodnoty vyšší.

Když porovnáme hodnotu R^2 se zbývajících čtyřmi trendy, pro ekologické zemědělství je hodnota R^2 0,284 což je druhá největší. Pro konvenci je R^2 0,3606 což je v porovnání s ostatními třetí místo.

Graf 4 Exponenciální typ trendu



Lineární trend

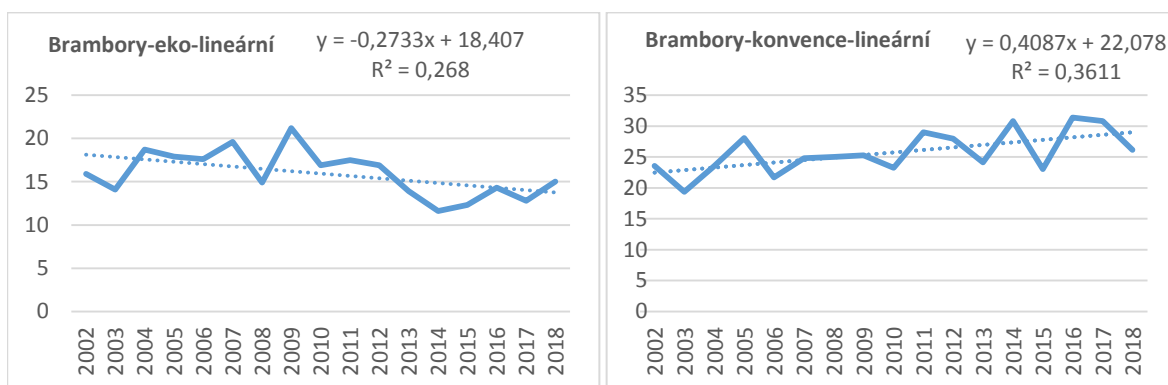
Z grafu č. 5 (lineární trend) je opět viditelné, že v ekologickém zemědělství trend klesá, naopak v konvenci stoupá.

Pro ekologii je patrné, že hodnota lineárního trendu v letech 2002 – 2018 klesla z 18 t/ha na 14 t/ha. Výnosy v letech 2002, 2003, 2008, 2014, 2015 a 2017 jsou nižší, než je normál, naopak roky 2007 a 2009 jsou nápadně vyšší, ostatní roky se pohybují okolo normálu.

V konvenci trend stoupá a to z hodnoty 23 t/ha v roce 2002 na hodnotu 29 t/ha. Léta 2003, 2006, 2010, 2013, 2015 a 2018 jsou pod normálem. Roky 2005, 2011, 2014, 2016 a 2017 jsou nad normálem.

V porovnání hodnoty R^2 s ostatními trendy je v ekologii lineární trend s hodnotou R^2 0,268 na třetím místě, v konvenci na druhém a to s hodnotou R^2 0,3611.

Graf 5 Lineární typ trendu



Logaritmický trend

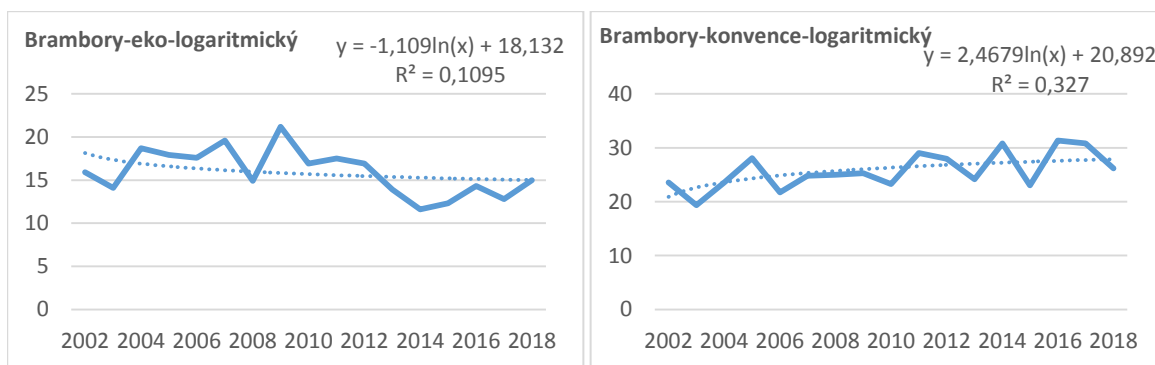
Z grafu č. 6 je opět viditelné, že v ekologickém zemědělství trend klesá, naopak v konvenci stoupá, jako tomu bylo u předešlých dvou typů trendů.

V ekologickém způsobu pěstování je viditelné, že hodnota logaritmického trendu v letech 2002 – 2018 klesla z 18 t/ha na 15 t/ha. Výnosy v letech 2002, 2003, 2008, 2014 jsou pod normálem, naopak roky 2004, 2007 a 2009 jsou výrazně nad normálem. Ostatní léta se pohybují okolo trendu.

V konvenčním způsobu pěstování trend stoupá a to z hodnoty 21 t/ha na 28 t/ha. Roky 2003, 2006, 2010, 2013 a 2015 jsou pod normálem. Roky 2002, 2005, 2011, 2014, 2016 a 2017 jsou nad normálem.

Hodnota R^2 je u tohoto typu trendu nejmenší jak v ekologickém, tak v konvenčním zemědělství, proto je tento trend tím nejméně vhodným. V ekologii je hodnota R^2 0,1095, v konvenci 0,327.

Graf 6 Logaritmický typ trendu



Polynomický trend

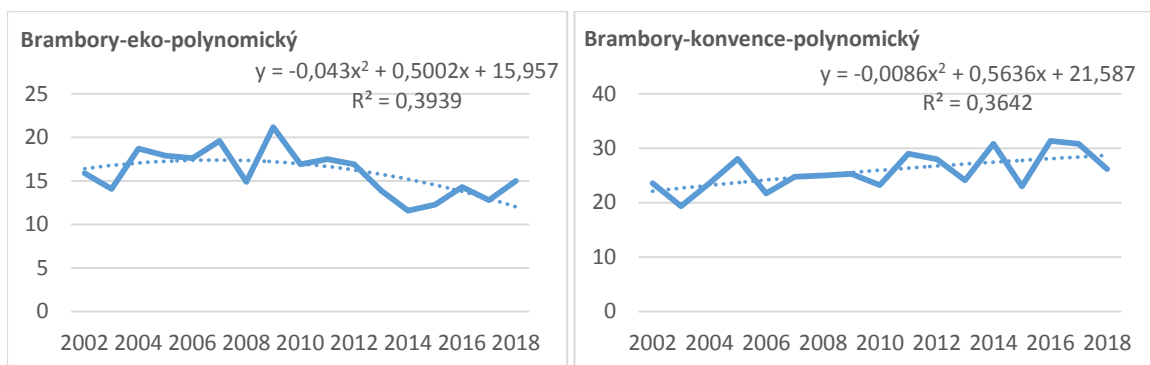
Na grafu č. 7 je vidět, že opět pro ekologické zemědělství je polynomický trend klesající, pro konvenční zemědělství stoupající.

V ekologii hodnota klesla ze 17 t/ha v roce 2002 na 12,5 t/ha v roce 2008. Roky 2003, 2008, 2013, 2014 a 2015 jsou pod normálem. Naopak roky 2004, 2007, 2009 a 2018 jsou silně nad normálem. Ostatní roky se hodnoty pohybují okolo trendu.

Pro konvenční zemědělství je patrný stoupající trend. Hodnota 22,5 t/ha z roku 2002 vyšplhala až na hodnotu 29 t/ha v roce 2018. Léta 2002, 2005, 2011, 2014, 2016 a 2017 jsou nad normálem. Naopak roky 2003, 2006, 2010, 2013, 2015 a 2018 jsou pod normálem. Ostatní roky se hodnoty pohybují okolo trendu.

Hodnota R^2 je pro oba způsoby pěstování ze všech trendů nejvyšší, což znamená, že tento typ trendu je nejvhodnější a vyhovuje nejvíce. V ekologii je R^2 0,3939 a v konvenci 0,3642.

Graf 7 Polynomický typ trendu



Mocninný trend

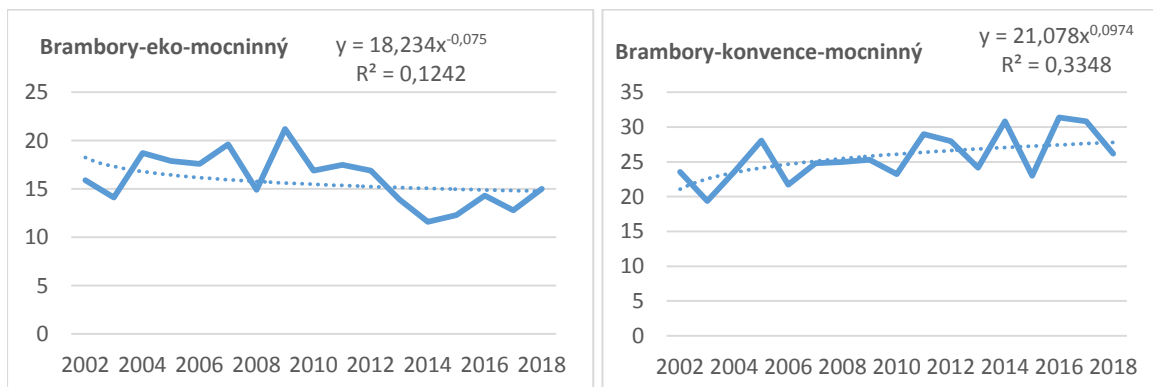
Z grafu č. 8 je viditelné, že stejně jako u předchozích typů trendů, i zde, je v ekologii trend klesající, naopak v konvenci stoupající.

Pro ekologické zemědělství hodnota klesla z 18 t/ha v roce 2002 na 15 t/ha v roce 2018. Léta 2002, 2003, 2008, 2014, 2015 a 2017 jsou pod normálem. Naopak v letech 2004, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011 a 2012 je hodnota vyšší než trend.

V konvenci se hodnota z roku 2002 21 t/ha zvýšila na hodnotu 28 t/ha v roce 2018. Roky 2003, 2006, 2010, 2013, 2015 a 2018 jsou pod normálem. Naopak léta 2002, 2005, 2011, 2014, 2016 a 2017 jsou vysoce nad hladinou trendu. Zbylé roky se pohybují v normálu.

Hodnota R^2 je u ubou typů pěstování čtvrtá nejmenší, což znamená, že tento typ trendu není vyhovující. U ekologie je hodnota R^2 0,1242, u konvence je to 0,3348.

Graf 8 Mocninný typ trendu

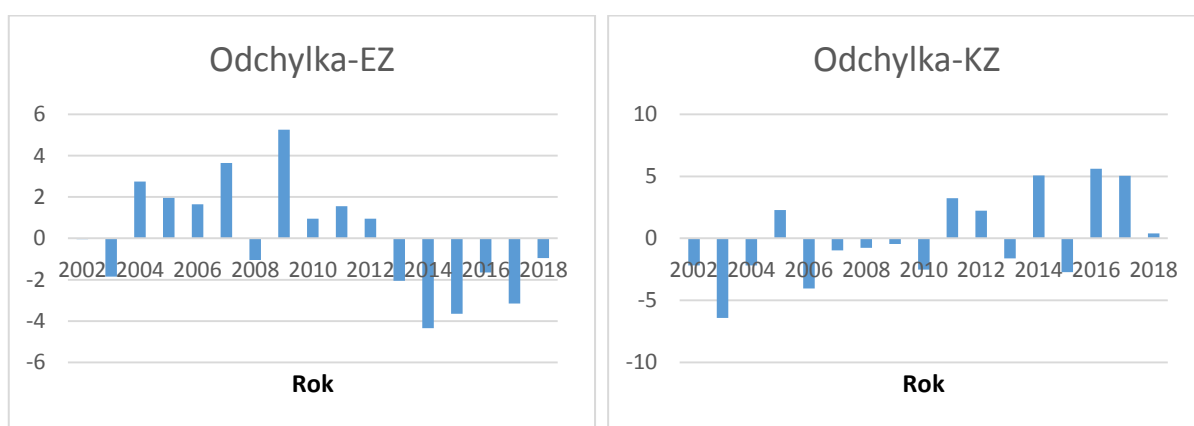


5.1.3 Odchylky od průměru výnosů brambor v t/ha

Pro ekologické zemědělství je z Grafu 9 patrné, že roky 2003, 2008, 2013 – 2018 mají zápornou hodnotu, což znamená, že výnosy byly v daných letech nižší, než je daný průměr za sledované období 2002 – 2018. Léta 2004 – 2007 a 2009– 2012 se naopak pohybují v plusových hodnotách a jsou větší než průměr.

Pro konvenční zemědělství mají roky 2002 – 2004, 2006 – 2010, 2013 a 2015 zápornou hodnotu. Naopak v letech 2005, 2011, 2012, 2014, 2016 – 2018 je hodnota kladná, což ukazuje, že v těchto letech byl výnos vyšší, než je průměr za sledované období 2002 – 2018.

Graf 9 Odchylky od průměru výnosů brambor v t/ha



Odchylky srážek a teplot za jednotlivé měsíce ve sledovaném období 2002 – 2018 jsou k náhledu v kapitole samostatné přílohy.

5.1.4 Regresní model pro hodnocení působení teploty vzduchu a srážek na výnos konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor v průběhu vegetačního období na území ČR

Pokud experimentátor potřebuje znát hodnoty neznámých parametrů, ale je možné je odhadnout z funkčního vztahu s meteorologickým parametrem, je vhodné, použití regresního lineárního modelu. Výstup vyjadřuje výsledky přizpůsobení lineárního modelu k popisu vztahu mezi výnosem brambor na území ČR, srážkami a teplotami ($Y_d = a + b \cdot t$ °C, $Y_d = a + b \cdot r$ (mm)). Závislost výnosu brambor na průměrných teplotách v jednotlivých měsících vegetačního období během periody 2002 – 2018 na území ČR lze sledovat pomocí korelační analýzy. Pomocí korelačního Pearsonova koeficientu r , který udává těsnost vazby mezi odchylkami výnosu a odchylkami průměrných teplot a srážek. Jeho kladné hodnoty vykazují pozitivní vliv v daném měsíci na výnos a jeho záporné hodnoty negativní. Jeho hodnoty se pohybují v rozmezí od -1 do +1. Hodnota R^2 udává procentuální podíl vlivu teploty a srážek

v daném měsíci na výnos brambor. Pokud je tato hodnota 100 %, zahrnuje veškeré (meteorologické, agrotechnické, vliv odrůdy) faktory ovlivňující pěstování a výnos brambor. Šikmost neboli hodnota b vyjadřuje dopady na výnos. Pokud je tato hodnota kladná, je tento vliv pozitivní, záporné hodnoty vykazují negativní vliv. Hladina významnosti p určuje, jak je tento vliv statisticky významný. Hranice pro určení hladiny významnosti je hodnota 0,05, kdy $p \leq 0,05$ určuje statisticky významný vztah a $p \geq 0,05$ statisticky nevýznamný vztah.

V tabulce 7 jsou vyjádřeny vztahy mezi výnosem konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor a průměrným úhrnem srážek na území ČR v jednotlivých měsících vegetačního období. Dle výsledků je zřejmé, že výnos ve vztahu s úhrnem srážek, je v ekologickém způsobu pěstování nejvíce ovlivněn v měsíci březnu (klíčení), červnu a červenci (nárůst hlíz). V měsíci březnu množství srážek pozitivně ovlivňuje výnos téměř o 15,5 %. Jedná se o první fázi růstu, ve které má nižší množství srážek pozitivní vliv. V období nárůstu hlíz je výnos ovlivněn z 10 – 15 % množstvím srážek. Naopak, měsíc duben je nejhůře hodnoceným měsícem pro výnos ekologicky pěstovaných brambor v závislosti na úhrnu srážek. Průměrné množství srážek v tomto měsíci za sledovanou periodu ovlivňuje negativně výnos z 6,4 %. V konvenčním způsobu pěstování je výnos v závislosti na úhrnu srážek nejvíce ovlivněn v měsíci červenci. Srážky v červenci mají nejvíce pozitivní vliv na výnos konvenčně pěstovaných brambor (28 %). Jedná se o období intenzivního nárůstu hlíz, kdy dochází k translokaci asimilátů z natě do hlíz a je zde vysoká pozitivní korelace mezi srážkami a výnosem. Sucho v této fázi je škodlivé. Nejhůře hodnoceným měsícem v konvenci vychází měsíc březen, kdy množství srážek ovlivňuje výnos z 5,8 %. Je zřejmé, že v ekologickém pěstování brambor srážky ovlivňují více měsíců během vegetační doby, ovšem procentuální vliv není tak velký. V konvenčním pěstování je nejvíce ovlivňována fáze, kdy bramborové hlízy intenzivně rostou. Ostatní měsíce jsou srážkami také ovlivněny, avšak procentuálně se jedná o zanedbatelná čísla. Výsledky, ke kterým se dospělo, jsou ovlivněny tím, že množství srážek v každém měsíci vegetačního období, je spočítáno, jako průměr za danou sledovanou periodu, ve které se objevovali suché, normální i vlhké roky.

Tabulka 7 Parametry kvality modelu pro hodnocení vlivu srážek na výnos konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor na území ČR

	a		b		r		R ² , %		p	
	konstanta		šikmost		EZ r mm	KZ r mm	EZ r mm	KZ r mm	EZ r mm	KZ r mm
EZ r mm	KZ r mm	EZ r mm	KZ r mm							
Brambory srážky										
III.	13,493	27,688	0,061	-0,048	0,394	-0,241	15,496	5,789	0,050	0,060
IV.	17,380	24,452	-0,038	0,034	-0,253	0,179	6,401	3,198	0,050	0,070
V.	15,322	27,688	0,008	-0,026	0,100	-0,194	1,000	3,776	0,080	0,070
VI.	12,803	26,935	0,040	-0,015	0,393	-0,114	15,442	1,309	0,050	0,080
VII.	13,977	21,151	0,023	0,053	0,293	0,531	10,000	28,198	0,060	0,020
VIII.	15,378	27,203	0,007	-0,018	0,105	-0,208	10,000	4,325	0,060	0,060
IX.	16,572	23,990	-0,011	0,032	-0,109	0,239	1,185	5,702	0,060	0,060

V tabulce 8 jsou znázorněny vztahy mezi výnosem konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor a průměrnou teplotou na území ČR v jednotlivých měsících vegetačního období. Podle výsledků je viditelné, že výnos ve vztahu s teplotou je v ekologickém způsobu pěstování brambor nejvíce pozitivně ovlivněn v měsíci dubnu. Jedná se o první fázi růstu brambor, kdy má pozitivní vliv vyšší teplota, která ovlivňuje výnos téměř až o 20 %. Naopak měsíc červenec vychází jako nejhůře ovlivněný teplotou. Vysoké teploty v této fázi růstu jsou škodlivé a negativně ovlivňují výnos až o 11 %. Brambory pěstované konvenčním způsobem jsou průměrnou teplotou za sledovanou periodu 2002 - 2018 nejvíce ovlivněny v měsíci březnu. Jedná se o fázi klíčení, ve které je nejvhodnější teplé počasí, které ovlivňuje výnos až o 16,6 %. Stejně jako v ekologii, měsíc červenec s vysokými průměrnými teplotami má negativní vliv i na konvenčně pěstované brambory. V tomto způsobu pěstování brambor teplota ovlivňuje záporně výnos až o 10,5 %. Ze statistického hlediska lineární regresní model je vytvořen na základě 17 let a hladina spolehlivosti je nízká, kvůli zprůměrovaným meteorologickým a výnosovým prvkům.

Tabulka 8 Parametry kvality modelu pro hodnocení vlivu průměrné teploty na výnos konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor na území ČR

	a		b		r		R ² , %		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
Brambory T prům										
III.	16,805	23,512	-0,272	0,710	-0,201	0,408	4,043	16,646	0,053	0,050
IV.	9,655	22,590	0,711	0,358	0,445	0,174	19,843	3,027	0,073	0,060
V.	16,220	26,173	-0,020	-0,031	-0,010	-0,012	0,011	0,500	0,030	0,060
VI.	27,278	31,911	-0,672	-0,365	-0,284	-0,120	8,044	1,430	0,015	0,060
VII.	29,942	43,172	-0,749	-0,932	-0,334	-0,323	11,183	10,437	0,055	0,050
VIII.	22,813	36,193	-0,382	-0,581	-0,238	-0,281	5,668	8,000	0,050	0,080
IX.	13,715	16,932	0,168	0,665	0,100	0,283	10,000	7,983	0,006	0,080

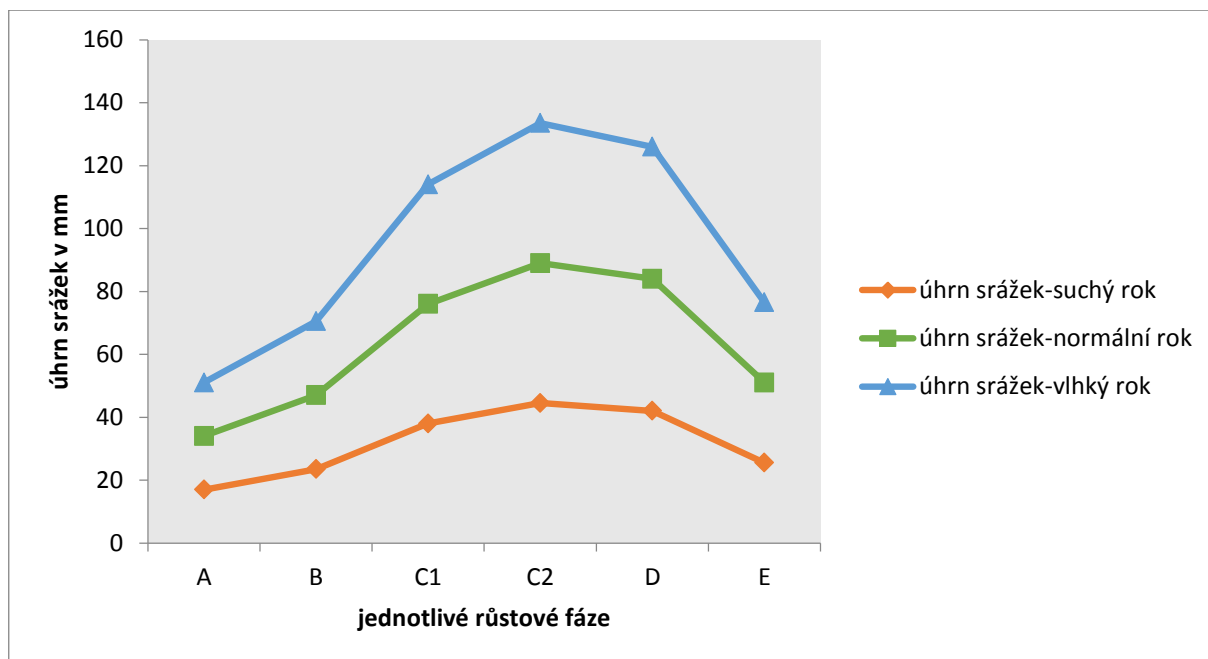
5.1.5 Korelační analýza závislosti výnosu brambor na extrémních meteorologických situacích

Rozložení srážek během suchého (2018), normálního (2008) a vlhkého (2013) vegetačního období v jednotlivých růstových fázích bramboru (Graf 10):

- **A** - pro klíčení je nejlepší období března, kdy je teplo a sucho a nejlépe beze srážek, po mírných srážkách v zimě

- **B** - po vzejtí je pro brambory dobré mírné teplo a střední srážky
- **C1** - při tvorbě pupat a zakládání hlíz jsou lepší střední srážky a teplo
- **C2** - v období květu a při nárůstu hlíz jsou nejvhodnější vyšší srážky a mírné teplo
- **D** - při hromadění sušiny jsou výhodnější vyšší až střední srážky a teplo
- **E** - pro dozrávání je nejlepší teplo a sucho beze srážek

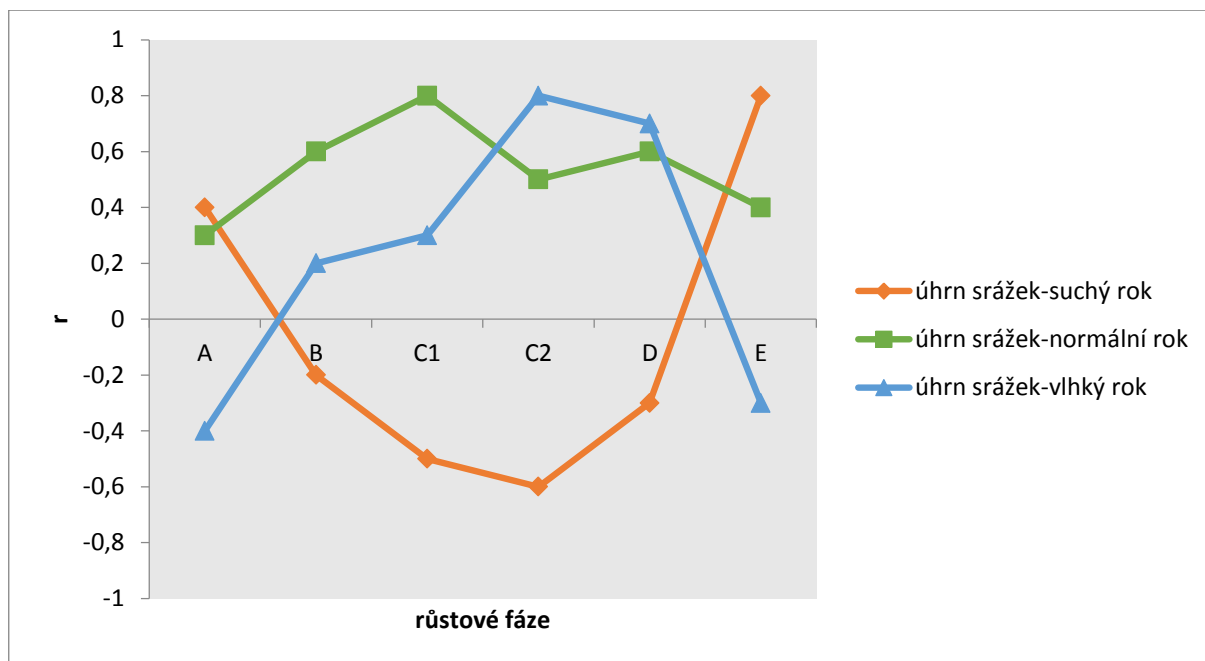
Varianta, kdy úhrn srážek odpovídá vlhkému roku, růstové fázi A (klíčení), se úhrn srážek pohybuje okolo 50 mm. V této fázi není vhodný vlhký průběh počasí, protože opoždí vzházení a brzdí vývin trsu. Pro klíčení rostlin bramboru je vhodné nejlépe sucho beze srážek, proto nejvhodnější bude varianta suchého roku s úhrnem srážek 20 mm. Fáze B – období kdy brambory vzejdou, jsou nejvhodnější střední srážky odpovídající normálnímu roku, tedy okolo 50 mm srážek. Během suchých roků, kdy množství srážek odpovídá 20 mm a vlhké roky s úhrnem srážek 70 mm v dané fázi, nejsou pro vzházení brambor vhodné. Ve fázi C1, kdy se na rostlinách bramboru vytvářejí pupata a zakládají se hlízy, nejvýhodněji vychází normální roky s úhrnem srážek okolo 80 mm. Fáze C2, ve které dochází hlavně k nárůstu hlíz, vyžaduje vyšší srážky. Dostatek srážek v tomto období růstu porostu je neefektivnější. Případné sucho je škodlivé a ve vztahu k délce vegetačního období odrůdy je to jedna z hlavních příčin nízkých výnosů. Pro tuto fázi proto vychází nejvýhodněji vlhký rok s úhrnem srážek až 140 mm. Normální rok s úhrnem srážek okolo 90 mm je také nedostačující. Nejméně vhodný je rok suchý, který přináší pouze 40 mm srážek, což je nedostatečné pro adekvátní nárůst hlíz. Ve fázi D, ve které dochází k hromadění sušiny a tvorbě škrobu, není vhodné suché počasí. Rostliny bramboru vyžadují vyšší až střední srážky, proto je nejvhodnější vlhký, případně normální rok, kdy se srážky pohybují v rozmezí 90 – 130 mm. Velké srážky v tomto růstovém období podmiňují sice vysoké sklizně, ale s nižší sušinou. Poslední růstovou fází D, kdy hlízy dozrávají, je nejvhodnější sucho. V suchém roce pro toto období odpovídá úhrn srážek okolo 20 mm. Pro dozrávání je nevhodný vlhký průběh počasí.



Graf 10 Rozložení srážek během suchého (2018), normálního (2008) a vlhkého (2013) vegetačního období v Přerově (Nymburk)- zemědělská farma Branko.

Varianta, kdy vegetační období odpovídá srážkově suchému roku, dosahuje korelace v období A (klíčení) a v období E (dozrávání) kladných hodnot. V období A se $r = 0,4$ tedy střední korelaci. Nedostatek vláhy v období od zasazení hlíz až po vzejití rostlin působí na výnos příznivě. Vytváří se více kořenů a rostliny ve vegetaci lépe hospodaří s vodou. V období dozrávání dosahuje r hodnot až 0,9, jedná se o velmi silnou pozitivní korelaci. V obou těchto fázích je nevhodnější suché období s minimálním úhrnem srážek. Naopak pro vzházení rostlin, zakládání a nárůst hlíz (fáze B – D), vychází korelace suchého roku negativně. Korelační koeficient r v tomto případě klesá až k hodnotě -0,6, tedy silná korelace a negativně tak ovlivňuje výnos. Roky, kdy se úhrn srážek pohybuje v normálu, vychází pro celé vegetační období kladný korelační koeficient. Ten se v tomto případě pohybuje mezi hodnotami 0,3 až 0,8. Hodnota 0,8 vychází ve fázi tvorby pupat a zakládání hlíz a jedná se zde o silnou pozitivní závislost. Nejmenších hodnot r nabývá fáze A ($r = 0,3$ – slabá korelace) a fáze E ($r = 0,4$ – střední korelace), ovšem i přesto je korelace kladná. Roky s vysokým úhrnem srážek (vlhké) jsou pro první fázi růstu, tedy klíčení, nevhodné. Korelační koeficient se rovná hodnotě -0,4, což odpovídá středně negativní korelaci. Vlhký průběh počasí v tomto období je nevhodný. Růstové fáze od vzejití porostu po období nárůstu hlíz nabývají kladných hodnot korelačního koeficientu. Vlhké počasí působí pozitivně, a to zejména ve fázi květu a nárůstu hlíz, kdy r dosahuje hodnot až 0,8 - tedy silné korelaci. Naopak v poslední fázi růstu – dozrávání, není vlhký průběh počasí vhodný. Korelační koeficient $r = -0,3$, což odpovídá slabé negativní korelaci.

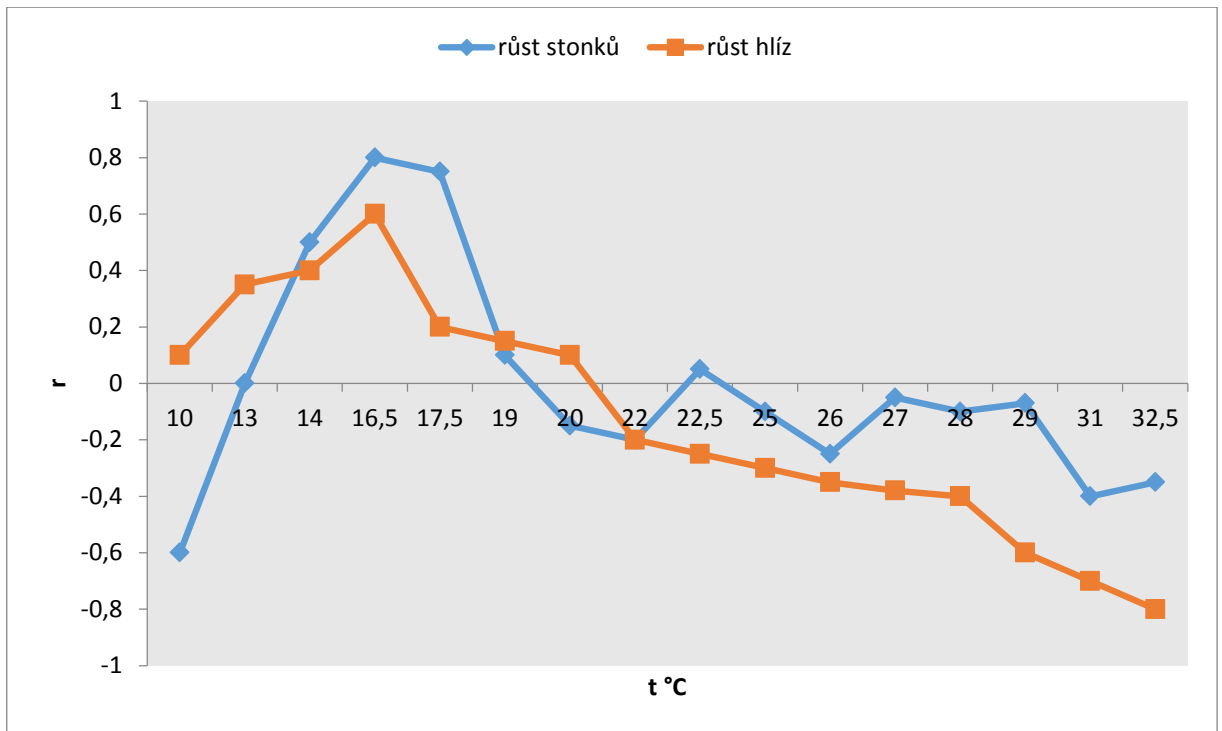
Z grafu vyplývá, že nejvíce pozitivní vliv na výnos mají nadprůměrné srážky v období nárůstu hlíz. Naopak jejich nedostatek v této fázi má nejvíce negativní účinky a je jednou z hlavních příčin nízkých výnosů brambor.



Graf 11 Rozložení koeficient korelace (r) během suchého (2018), normálního (2008) a vlhkého (2013) vegetačního období v Přerově (Nymburk)- zemědělská farma Branko.

Teplota je nejdůležitějším vnějším faktorem ovlivňujícím růst a vývin rostlin. Brambory jsou ke změnám teploty velmi citlivé. Existuje poměrně úzké rozmezí teplot, které je nepoškozují. Následující graf znázorňuje závislost teploty na růstu stonků a růstu hlíz pomocí korelační analýzy. Růst stonků probíhá zejména ve fázi B až C1. Růst hlíz ve fázi C2 až E. Teplotu, při níž je rychlost růstu nejvyšší, označujeme jako **teplotu pro růst optimální**, teplotu, při které růst začíná, jako **teplotu pro růst minimální**. Z grafu je zřejmé, že optimální teplota pro růst stonků, je teplota v rozmezí od 13 °C do 19 °C, kdy korelační koeficient r nabývá kladných hodnot. Při teplotě 16,5 °C je $r = 0,8$ a dosahuje tak silné pozitivní korelace. Výsledky korespondují s tvrzením, že v našich středoevropských klimatických poměrech je příznivá teplota pro růst stonků 17 °C (Rauber a Engel, 1966). Naopak teploty klesající pod 13 °C a převyšující 25 °C už mají negativní vliv na růst stonků. Nejhůře vycházejí nízké teploty pod 10 °C, kde je viditelná silná negativní závislost, r v tomto případě klesá na hodnotu -0,6. Při teplotách v rozmezí 25 °C až 29 °C se korelační koeficient pohybuje v rozmezí -0,1 až -0,2, což znázorňuje slabou negativní korelaci. Při teplotách nad 30 °C růstová rychlost již většinou klesá. Hodnota $r = -0,4$ - tedy středně negativní korelace. Jak uvádí Šimon (1958), ještě vyšší teploty okolo 40 °C již poškozují pletiva nadzemních částí rostlin. Pro růst hlíz vycházejí v kladných hodnotách teploty od 10 °C do 21 °C. 10 °C tedy můžeme označit jako teplotu minimální pro růst hlíz. Jako neoptimalnější teplota je 16,5 °C. Při této teplotě se korelační koeficient $r = 0,8$, což znázorňuje silnou pozitivní závislost. Rauber a Engel (1966) se shodují na tom, že optimální teplota pro růst hlíz je ve dne 20 °C a v noci 14 °C. Teploty 22 °C až 28 °C jsou pro růst hlíz méně vhodné. Korelační koeficient se zde pohybuje mezi hodnotou 0 a -0,4. Teploty nad 29 °C už mají na růst hlíz dosti nepříznivé účinky. Například při teplotě 32 °C je korelační

koeficient $r = -0,8$ a představuje tak silně negativní závislost. Tuto teplotu můžeme označit, jako **teplotu pro růst maximální**, tedy takovou, při které růst ustává.



Graf 12 Korelace mezi 10denními přírůstky čerstvé hmoty hlíz resp. délky stonků a četností určitých rozsahů deních maximálních teplot v porostu

6 DISKUSE

Následující část diplomové práce je zaměřena na výnosy a kvalitu brambor. Snaží se přiblížit výsledky z předchozích kapitol, ke kterým se během sledované periody 2002 - 2018 dospělo a vysvětlit co je ovlivnilo.

Na kvalitu a výnosy brambor mají značný vliv meteorologické jevy. Tyto jevy, zejména teplota a srážky mají buď pozitivní, nebo negativní vliv na velikost, počet a hmotnost hlíz, ale také na celkový vzhled a vzrůst rostliny bramboru. Teplota vzduchu a úhrn srážek mají prakticky největší vliv na výnos brambor ze všech stanovištních a agrotechnických faktorů.

Vegetační období brambor je nezbytné rozdělit do několika růstových fází. Každá z těchto fází má odlišné požadavky na teplotu vzduchu a na úhrn srážek. Jak uvádí Müller (1975) existuje optimální průběh povětrnostních podmínek v jednotlivých růstových fázích. Z vytvořeného regresního modelu pro hodnocení působení teploty vzduchu a srážek na výnos konvenčně a ekologicky pěstovaných brambor v průběhu vegetačního období za sledovanou periodu 2002 – 2018 na území ČR vyšly následující poznatky. Pro ekologicky pěstované brambory sledované v období 2002 – 2018 vychází růstová fáze klíčení a fáze růstu hlíz, jako nejvíce ovlivněné množstvím spadlých srážek a průměrnou teplotou. V našem případě množství srážek pozitivně ovlivňuje výnos až o 15,5 % ve fázi klíčení. Z průměrných úhrnů srážek za sledované období vychází měsíční úhrn srážek okolo 35 mm, což odpovídá srážkově normálnímu až suchému roku. Teplota v našem případě ovlivňuje výnos až o 20 %. Jedná se opět o pozitivní závislost, kdy průměrná teplota ve sledovaném období 2002 – 2018 dosahovala necelých 9 °C. Jak uvádí Vokál et al. (2004) pro klíčení hlízy vyžadují přiměřenou teplotu. Podle něj růst klíčků na poli probíhá při 8 – 10 °C. Naměřená teplota 9 °C ve sledovaném období je tedy dokonale odpovídající pro klíčení. Výsledky, ke kterým se dospělo, potvrzují tvrzení, že pro fázi klíčení je neoptimálnější suché a teplé počasí nejlépe beze srážek (Müller 1975). V první fázi růstu (klíčení) má pozitivní vliv vyšší teplota a nízké srážky. Vyšší teplota podporuje vzcházení, zakořeňování a vývin trsu, chlad a větší množství srážek je naopak opoždující. Ve fázi, kdy dochází k růstu hlíz, je v našem případě výnos pozitivně ovlivněn množstvím srážek až o 10 – 15 %. Průměrný měsíční úhrn srážek se pohyboval okolo 90 mm, což odpovídá srážkově normálnímu až vlhkému roku. Teplota v tomto období dosahovala průměrných měsíčních hodnot okolo 17 °C a výnos negativně ovlivnila až o 11 %. Dlouhodobý teplotní průměr v tomto období činí 19,7 °C, což znamená, že teplota ve sledovaném období byla o 2,7 °C nižší. Podle Mülerova (1975) optimálních podmínek pro fázi růstu hlíz, jsou v tomto období nejvhodnější vyšší srážky a mírné teplo. Proto úhrn srážek, odpovídající normálnímu až vlhkému roku, pozitivně ovlivnil výnos, ale naopak teplota, která byla nižší, než je dlouhodobý průměr v tomto období, působí negativně na výnos. Z našich výsledků je výnos u brambor pěstovaných konvenčním způsobem díky množství spadlých srážek nejvíce ovlivněn opět ve fázi nárůstu hlíz. Jedná se o pozitivní závislost, kdy množství srážek zvyšuje výnos až o 28 %. Průměrný měsíční úhrn srážek 90 mm odpovídající srážkově normálnímu až vlhkému roku má kladný vliv na výnos. Teplotní charakteristiky ovlivňující výnos v konvenčním způsobu pěstování brambor jsou nejvíce zřejmé v první fázi růstu – klíčení. Naměřené průměrné teploty 8 – 10 °C v této fázi ovlivňují pozitivně výnos až o téměř 17 %. Opět je podloženo tvrzení, že teplejší období ve fázi klíčení

má pozitivní vliv na výnos. Dlouhodobý průměr teplot v tomto období činí asi 6 – 7 °C. Je tedy viditelné, že ve sledované periodě se teplota pohybovala až o 2 – 4 °C výše, což mělo kladný vliv na klíčení brambor a jejich následný výnos. Jak poukazuje Vokál et al. (2004) výsledky různých pokusů svědčí o tom, že korelace mezi sumou srážek a výnosem je největší ve fázi intenzivního růstu hlíz, přičemž kritická hranice vysokých srážek závisí od teploty. Při teplotách 18 – 19 °C ovlivňují ještě pozitivně výnos také srážky, které by při nižších teplotách byly nadměrné. Vztah mezi půdou a srážkami je výraznější na lehkých půdách než na těžších a je výraznější ve srážkově bohatších letech než v sušších.

Jednotlivé růstové fáze a jejich optimální průběh povětrnostních podmínek korespondují následujícím zjištěním z našich výsledků. Ještě před začátkem vegetačního období jsou v zimě vysoké srážky nevýhodné ve vztahu k proteplování půdy na jaře a zejména ke struktuře těžkých půd. Pro brambory je typické, že se nemají pěstovat v zamokřených půdách. Mikula (1977) a Vokál et al. (2004) se shodují, že brambory jsou pak napadány v takovýchto půdách hnilobou a poté dochází ke zhoršení zdravotního stavu brambor a snižování výnosů. Půdy, na nichž jsou dosahovány nejlepší výnosy brambor, by měly být lehčí až středně těžké (písčitohlinité až hlinité). Čepl a Skala (1991) tvrdí, že brambory se nemají pěstovat na půdách jílovitých až jílovito-hlinitých. Dále je vhodné, pokud se má dosáhnout vysokých výnosů použít vhodnou předplodinu a to zejména v ekologickém způsobu pěstování. Šimon et al. (1964) a Vaneková (1991) tvrdí, že vhodnou předplodinou jsou mák nebo luskoviny. Není vhodné pěstovat brambory na stejném stanovišti několik let po sobě. Je doporučováno pěstovat brambory na jednom určitém stanovišti po čtyřech letech, pokud by se pěstovaly po sobě, docházelo by ke snižování výnosů a byly by více napadány karanténními škodlivými činiteli (háďátko, rakovina bramboru). V první fázi růstu **A** neboli klíčení je vhodné teplo a sucho nejlépe beze srážek. Tomuto období je nejvíce vyhovujícím srážkově normální, spíše suchý rok. Fáze **B**, tedy období kdy brambory vzcházejí je vhodné mírné teplo a nízké až střední srážky. Pozitivně bude působit srážkově suchý a normální rok. Fáze **C1**, kdy dochází ke tvorbě pupat a zakládání hlíz je výhodný teplý průběh počasí s nižšími až středními srážkami – srážkově suchý a průměrný rok. Období **C2**, kdy rostliny bramboru kvetou a dochází k intenzivnímu nárůstu hlíz, jsou nejvýhodnější vyšší srážky a mírné teplo. V této fázi je vysoká pozitivní korelace mezi srážkami a výnosem. Sucho a vysoké teploty jsou škodlivé a ve vztahu k délce vegetačního období odrůdy je to jedna z hlavních příčin nízkých výnosů. Závlaha je v tomto období růstu porostu neefektivnější. Fáze **D**, kdy v hlízách dochází zejména ke hromadění sušiny, jsou výhodnější střední srážky a teplo. Jak uvádí Müller (1975) pro tuto fázi je nejlepší slunečné, mírně teplé počasí. Velké srážky v tomto období růstu, jakož i oblačné počasí většinou bez slunečního svitu podmiňují sice vysoké sklizně, ale s nižší sušinou. Takovýto průběh počasí je výhodný i pro šíření plísňe bramboru. Poslední fázi **E** – dozrávání je nejlepší teplo a sucho beze srážek. Takovéto počasí je výhodné pro rovnoměrné a dobré fyziologické vyžrávání hlíz. Pozitivně ovlivňuje přemísťování asimilátů z natě do hlíz i obsah škrobu v hlízách. Je nezbytně nutné, brát ohledy na stav počasí i v době sklizně. Sklizeň by měla vždy probíhat za suchého počasí a zároveň je třeba nechat brambory tzv. vydýchat, což znamená, že brambory ztrácí částečnou vlhkost. Ideální je například větraná stodola, ve které je cca 15 °C a tma, případně alespoň šero. Hlízy se zde skladují v tenké vrstvě, aby dokonale oschly, zbavily se nadbytečné vlhkosti a snížilo se tak riziko vzniku plísni.

Brambory jsou ke změnám teploty velmi citlivé. Existuje poměrně úzké rozmezí teplot, které je nepoškozují. Jak uvádí Vokál et al. (2004) teplota však neovlivňuje pouze růstovou rychlost, ale často určitý teplotní režim indukuje nástup další fáze v životním cyklu bramborových rostlin: klíčení, iniciace kvetení a vyvolání či ukončení dormance. Z výsledků korelace mezi 10denními přírůstkem čerstvé hmoty hlíz resp. délky stonků a četností určitých rozsahů dní maximálních teplot v porostu je zřejmé, že pro růst stonků je vhodná jiná teplota než pro růst hlíz. Nejvhodnější teplotou pro růst hlíz, je teplota v rozmezí 10 - 21 °C, z toho nejvýhodnější je teplota okolo 16,5 °C, kdy korelace vychází nejsilněji pozitivně. Naopak teploty nad 22 °C již nejsou pro růst hlíz vhodné. Naše výsledky potvrzují Raeuber a Engel (1966) korelací mezi čtyřdenními přírůstkem hlíz a četností určitých teplotních rozsahů (4 °C) s rozdělením na den a noc. Z této jednoduché korelace vyplynuly příznivé a nepříznivé teplotní rozsahy pro den a noc. Tudíž autoři zjistili, že v našich středoevropských klimatických poměrech je příznivá teplota pro růst (v podstatě natě) 17 °C a shoduje se s průměrnou (střední) teplotou za den. Potvrzení svých výsledků našli u Wenta (1957) který udržoval v klimatizovaných komorách (fytotronech) nejrůznější kombinace denních a nočních teplot a docílil rovněž při 20 °C ve dne a při 12 – 14 °C v noci nejsilnější trsy a největší počet i velikost hlíz. Neoptimálnější teplota pro růst stonků v našem případě vyšla v rozmezí 13 – 19 °C. Při teplotách nad 30 °C vychází korelace již negativně a výnos je takto vysokými teplotami již negativně ovlivněn, což dokládá tvrzení Buhra (1961), který tvrdí, že nať začíná růst při teplotě 5 – 6 °C, nejrychleji roste při 20 – 25 °C a při teplotě 30 °C se její růst zastavuje. Teplota 40 °C poškozují pletiva a nadzemní části rostlin.

Jak již bylo řečeno, množství srážek a teplota, jsou meteorologické vlivy, které nejvíc ovlivňují kvalitu a výnos pěstovaných brambor na území České republiky. Z globálního hlediska je nutno neopomíjet stále se zvyšující trend oteplování a zvyšujícího se sucha nejen ve světě, ale také u nás. Sucho je jeden z hlavních stresorů pro růst a výnos jednotlivých plodin. S rostoucí teplotou se zvyšuje odpar vody a v Česku také rapidní úbytek zimních srážek v nížinách, které jsou stěžejní pro doplnění zásob spodní vody. Spodní voda se akumuluje dlouhou dobu a krátkodobé srážky v létě ji nedoplní, protože vodu při deštích odčerpá vegetace. V současné době jsou zpracovávány modely a simulace vývoje sucha. Nelze je však stropcentně brát jako odraz toho, co nás v budoucnosti čeká. Tyto růstové modely mají za úkol pracovat s variabilitou počasí na simulovaný růst. Modelovou simulací meteorologických vlivů se například zabývá práce Potopové et al. (2018), kde pracuje s charakteristikami sucha ve 21. století. Ve své studii se zaměřuje například na četnost suchých period a délku trvání suchých období v oblastech České republiky. Pro posouzení dopadů sucha bylo použito několika simulací a modelů v dané studii. Bylo zpracováno období během let 1961 – 2100. Bylo zjištěno, že se střídají extrémně suchá a vlhká vegetační období, což potvrzuje například rok 2020, ve kterém došlo k obratu srážkových poměrů a tento rok můžeme zařadit jako velmi rizikový v závislosti pěstování brambor. V souvislosti s těmito extrémy, je rok 2020 vysoce ovlivněn vlivem škůdce mandelinky bramborové, která v ekologickém způsobu pěstování vytváří extrémní škody na porostech brambor.

7 ZÁVĚR

První část diplomové práce popisuje morfologickou stavbu rostliny bramboru, stručnou historii a původ této plodiny. Dále ukazuje, kde jsou hlavní výrobní zemědělské oblasti v České republice a popisuje jejich klimatické regiony. Uvádí nejdůležitější meteorologické faktory působící na růst a vývoj brambor a jejich výnos. Obecně se uvádí, že tyto faktory se podílí na variabilitě výnosu polních plodin přibližně z 15 – 20 %, v extrémních případech až 30 %.

Ve druhé části se práce zabývá vztahem mezi výnosem brambor vzhledem k významným meteorologickým prvkům, působícím na růst rostliny bramboru pěstovaných konvenčním i ekologickým způsobem na území České republiky během sledovaného období 2002 – 2018. Tato práce analyzuje dynamiku proměnlivosti výnosů a produkčních ploch brambor v návaznosti na rizikové meteorologické faktory. Pro posouzení vlivů rizikových meteorologických faktorů na výnosy byl využit regresní model. Do statistického modelu vstupují následující veličiny – výnos, průměrná teplota vzduchu a průměrný úhrn srážek.

Na základě regresního lineárního modelu byly zjištěny následující výsledky. V jednotlivých růstových fázích růstu rostliny bramboru jsou k dosažení dobrého výnosu zapotřebí odlišné nároky na teplotu a úhrn srážek. Ve sledované periodě 2002 – 2018 byl výnos nejvíce ovlivněn ve fázi klíčení a ve fázi růstu hlíz. Fáze klíčení, která by měla nastat po mírných srážkách v zimě, je nejvhodnější teplo a sucho nejlépe beze srážek. V našem případě se jedná o pozitivní závislost, kdy srážky ovlivnily výnos až o 15,5 % a teplota o 19,8 %. Fáze růstu hlíz, ve které jsou ideální vyšší srážky a mírné teplo byla úhrnem srážek ovlivněna pozitivně až o 28,2 % a teplotou až o 10,5 %. Ze statistického hlediska je lineární regresní model vytvořen na základě sedmnácti let a hladina spolehlivosti je nízká, kvůli zprůměrovaným meteorologickým a výnosovým prvkům. Korelační analýza byla vytvořena přímo na konkrétní období suchého, normálního a vlhkého roku. Nejvíce vhodný pro výnos vychází rok s normálním úhrnem srážek, korelační koeficient se v celém vegetačním období pohybuje v kladných hodnotách $r = 0,3 - 0,8$. Nejvyšších kladných hodnot dosahuje ve fázi, kdy se začínají tvořit hlízy, kde $r = 0,8$. Nejvýhodněji pro fázi růstu hlíz vychází srážkově vlhký rok, kdy dosahuje korelační koeficient $r = 0,8$. Nejhorší vliv na výnos má srážkově suchý rok, ve kterém korelační koeficient ve fázi nárůstu hlíz klesá až k hodnotě $r = -0,6$. Z výsledků vyplývá, že mohou potvrdit hypotézu, že existuje závislost výnosu brambor pěstovaných konvenčním i ekologickým způsobem na srážkových a teplotních charakteristikách na území České republiky během let 2002 - 2018.

Výsledky, které tato práce přináší, mohou posloužit pro další studie. Pěstování brambor na našem území, ať už konvenční nebo ekologické, se bude stále vyvíjet a bude zajímavé sledovat, jak při dané prognóze povětrnostních podmínek, zejména srážkových a teplotních poměrů, půjde udržet současný výnosový trend, nebo nejlépe ho ještě zvýšit.

8 LITERATURA

Bortel R et al. 2008. Prameny a studie 40: Brambory – skrytý poklad. Národní zemědělské muzeum Praha, Praha.

Brázdil R et al. 2005. Historické a současné povodně v České republice. Masarykova univerzita v Brně ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze, Brno – Praha.

Buhr H. 1961. Biologie und Ökologie mit Berücksichtigung physoilogischer Fragen. Pages 50 – 189 in Schick R, Klinkowski M, editors. Die Kartoffel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.

Burton WG. 1981. Challenges for stress physiology in potato. American Potato Journal.

Čepl J, Vokál B, Hausvater E, Rasocha V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing a.s., Praha 7.

Čepl J, Červínová E, Čížek M, Domkářová J, Exnarová J, Greplová M, Hausvater E, Krpálková A, Vokál B, Zášková J. 2012. Máme rádi brambory. Ministerstvo zemědělství České republiky, Tiskárny Havlíčkův Brod.

Červený J et al. 1984. Podnebí a vodní režim ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Diviš J, Valeta V. 2006. Která odrůda bramboru je vhodná. Zemědělec 7:42.

Dráb J et al. 1956. Pěstování bramborů. Československá akademie zemědělských věd, Praha.

Engel KH, Engelhardt K, Raeuber A. 1960. Über den Einsatz der Filmkamera bei phänometrischen Untersuchungen an kartoffeln. Naturwiss.

Gregory LE. 1956. Some factors for tuberization in the potato. American journal of botany. 43 (4). 281 – 288

Hamouz K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha.

Hausvater E, Doležal P, Baštová P. 2018. Metodika integrované ochrany brambor proti škodlivým činitelům při kapkové závlaze. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s r.o., Havlíčkův Brod.

Hájková L. 2012. Atlas of the phenological conditions in czechia. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

Herrera FL, Calderón CV. 2004. The Potatoes of South America: Peru C. M. Ochoa and the International Potato Center (CIP). Lima. p. 1036. ISBN: 9290601981.

Hlaváč J, Bojňanský V. 1953. Zemiaky. Bratislava.

- Houba M et al. 2007. Poznejte, pěstujte, používejte brambory. Firma Europlant šlechtitelská vlastním nákladem ve spolupráci s firmou Atelier Longin Kolín, Praha.
- Hrabalová A. 2018. Ročenka/Yearbook 2017 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. 2016. Ročenka/ Yearbook 2015 Ekologické zemědělství v České republice/Organic farming in 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, 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, 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, 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, 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.
- Hradil R. 2006. Praktická příručka Biobrambory – podle německého originálu Bio – Kartoffeln. Bioinstitut o.p.s., Šumperk.
- Hruška L et al. 1974. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Jun J, Novák F. 2008. Sto let organizovaného českého bramborářství. Ústřední bramborářský svaz České republiky, Havlíčkův Brod.
- Jůzl M. 1994. Pěstování brambor a jejich nároky na klimatické podmínky. Pages 88 – 92 in Litschmann T, Rožnovský J, editors. Klimatická změna a zemědělství. Sborník referátů, Brno.
- Keleş F, Keleş MS, Şengül M. 2004. The effect of storage conditions (temperature, light, time) and variety on the glycoalkaloid content of potato tubers and sprouts. Food Control. 15 (4). p. 281.

- Konvalina P et al. 2014. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České budějovice.
- Křišťan F a kol. 1973. Soupisy pěstitelských opatření pro dosažení maximálních výnosů cukrovky a brambor. Československá akademie zemědělská, Praha.
- Kutnar F. 2005. Malé dějiny brambor. Nová tiskárna Pelhřimov, Pelhřimov.
- Lutaladio N, Castaldi L. 2009. Potato: The hidden treasure. *Journal of Food Composition and Analysis* . 22 (6). p. 491.
- Müller K. 1975. Kennzeichnung des Vegetations – und Lagerungsverlaufs der Kartoffel. *Der Kartoffelbau*.
- Munzar J. 1926. Okopaniny. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Neuerburg W, Padel S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FQA, Praha.
- Petr J et al. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Potopová V, Zahradníček P, Štěpánek P, Türkott L, Farda A, Soukup J. 2017. The impacts of key adverse weather events on the field-grown vegetable yield variability in the Czech Republic from 1961 to 2014. *Int. J. Climatol*.
- Potopová V, Štěpánek P, Zahradníček P, Farda A, Türkott L, Soukup J. 2018. Projected changes in the evolution of drought on various timescales over the Czech Republic according to Euro-CORDEX models. *Int. J. Climatol*. 38 (Suppl. 1): e939-e954.
- Rybáček V et al. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Schick F, Klinkowski M. 1961. Die Kartoffel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. p. 1007.
- Šarapatka B, Urban J, Mátlová V. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk.
- Šimon J. 1958. Pěstování rostlin – Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Štorková J, Prugar J. 1997. Kvalita brambor z ekologického pěstebního systému.
- Talbur WF, Smith O. Potato Processing. Van Nostrand Reinhold Company. New York. p. 796. ISBN: 0442283156.
- Temmerman L, Hacour A, Guns M. 2002. Changing climate and potential impacts on potato yield and quality 'CHIP': introduction, aims and methodology. *European Journal of Agronomy*. 17. 233 – 242.
- Vaneková Z. 1991. Pěstování raných brambor. Český zahrádkářský svaz, Květ. 52 s. ISBN: 8085362007

Vokál B, Čepl J, Čížek M, Diviš J, Domkářová J, Fér J, Hamouz K, Hausvater E, Jůzl M, Rasoča V, Zrůst J. 2004. Pěstování brambor. Agrospoj, Praha 1.

Vokál B et al. 2004. Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Vokál B et al. 2013. Brambory. Profi Press s r.o., Praha.

Went FW. 1963. Experimental Control of Plant Growth. Chronica Botanica Co., Waltham, Massachusetts.

9 ELEKTRONICKÉ ZDROJE

- Bouma D. 2018. Listová aplikace látek s cílem zvýšit odolnost brambor k suchu. Úroda.cz. Available from <https://www.uroda.cz/listova-aplikace-latek-s-cilem-zvysit-odolnost-brambor-k-suchu/> (accessed January 2018).
- Hamouz K, Vokál B, Diviš J. 1998. Kvalita konzumních brambor v závislosti na podmínkách prostředí a pěstování. Available from <http://www.agris.cz/clanek/126445>.
- Janouš V. 2016. Češi hledají plodiny, které přežijí suchu. Deník.cz. Infografika, Praha. Available from <https://www.denik.cz/ekonomika/cesi-hledaji-plodiny-ktere-preziji-sucho-20160226.html> (accessed February 2016).
- Masarykova univerzita. 2015. Praktické cíle šlechtění. Available from https://is.muni.cz/el/1431/jaro2015/Bi7240/um/2015_Slechteni_na_jednotlive_znaky.txt (accessed Spring 2015).
- Ministerstvo zemědělství. 2007. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/2837/SVZ_Brambory_zari_2007_pdf.pdf (accessed August 2008).
- Ministerstvo zemědělství. 2009. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/2839/SVZ_brambory_duben_2009.pdf (accessed May 2009).
- Ministerstvo zemědělství. 2010. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/58952/BRAMBORY_4_2010.pdf (accessed July 2010)
- Ministerstvo zemědělství. 2011. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/125785/Brambory_5_2011.pdf (accessed July 2011).
- Ministerstvo zemědělství. 2012. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/186474/SVZ_Brambory_2012.pdf (accessed January 2013).
- Ministerstvo zemědělství. 2013. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/284903/SVZ_Brambory_2013.pdf (accessed January 2014).
- Ministerstvo zemědělství. 2014. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/365765/SVZ_Brambory_12_2014.pdf (accessed March 2015).
- Ministerstvo zemědělství. 2015. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/437279/SVZ_Brambory_11_2015.pdf (accessed December 2015).

Ministerstvo zemědělství. 2016. Situační a výhledová zpráva brambory. eagri.cz, Praha 1. Available from http://eagri.cz/public/web/file/533336/SVZ_Brambory_12_2016.pdf (accessed May 2017).

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).

Potopová V. 2018. Nové poznatky, které jsou odrazem změny klimatu – vliv sucha na rostlinnou produkci, Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nove-poznatky-ktere-jsou-odrazem-zmeny-klimatu-vliv-sucha-na-rostlinnou-produkci> (accessed October 2018).

Příspěvatelé Wikipedie. 2019. Lilek brambor. Wikipedie: Otevřená encyklopedie. Available from https://cs.wikipedia.org/wiki/Lilek_brambor (accessed January 2019).

Trnka M. 2019. Boj proti suchu. Aktuality Intersucho.cz. Available from <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/aktuality/> (accessed February 2019)

Trnka M. 2019. Rezerva vody v půdě je letos výrazně nižší než loni. Aktuality Intersucho.cz. Available from <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/aktuality/> (accessed April 2019).

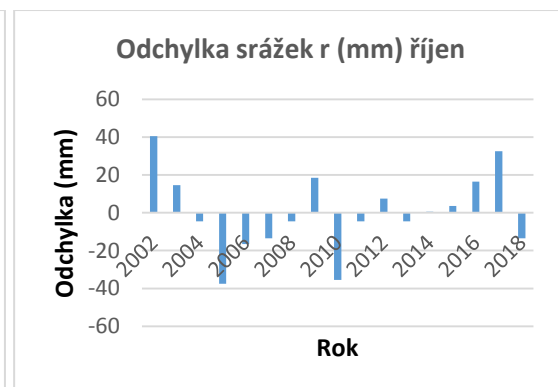
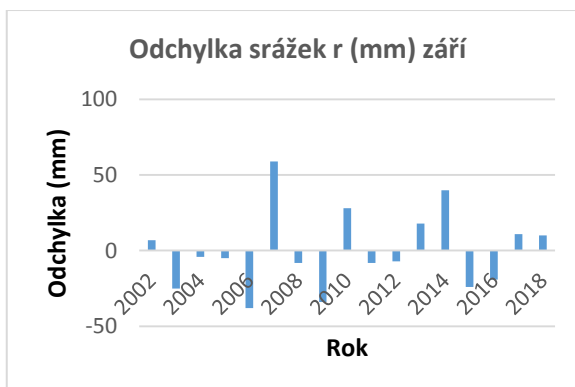
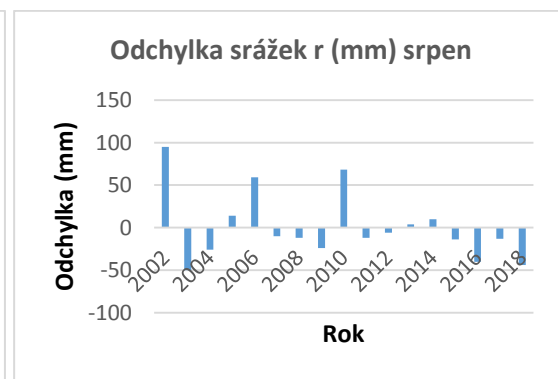
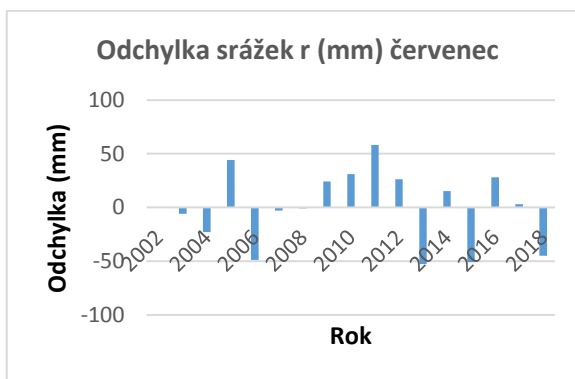
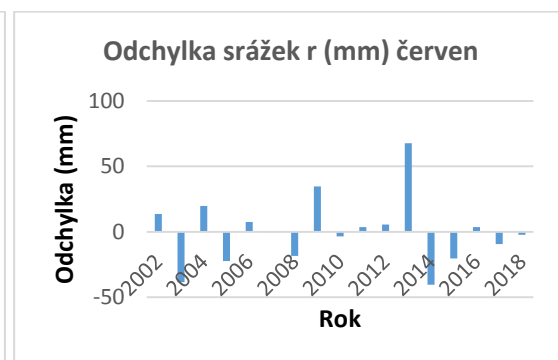
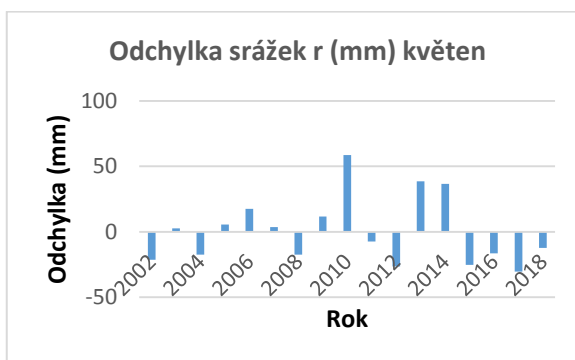
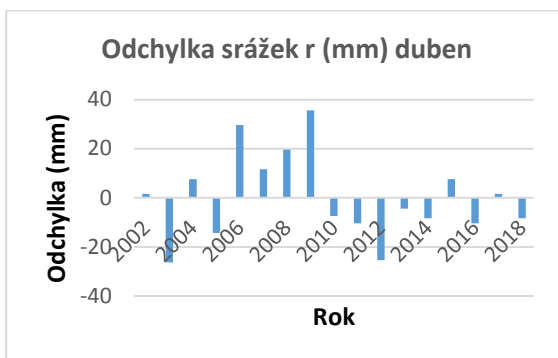
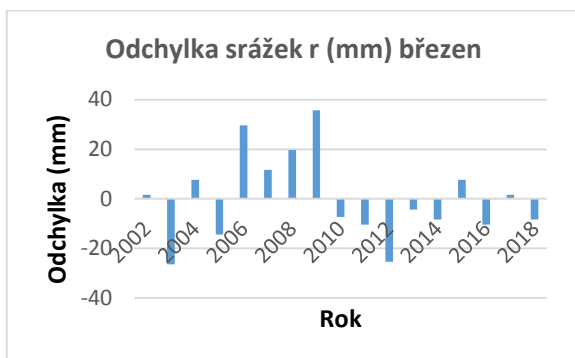
Tyšer L. 2015. Kategorizace zemědělského území České republiky. Available from <https://docplayer.cz/170034-Kategorizace-zemedelskeho-uzemi-ceske-republiky-ing-ludek-tyser-phd.html> (accessed November 2018).

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-pouziti-konvencniho-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 Odchylky srážek období březem-říjen



Příloha 2 Odchylky teplot období březem-říjen

