

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Vliv listové výživy a biologicky aktivních látek na tvorbu
výnosu brambor**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jan Chvál

Obor studia: Výživa a ochrana rostlin (AMRV)

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv listové výživy a biologicky aktivních látek na tvorbu výnosu brambor" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Kateřině Pazderů, Ph.D za odborné vedení bakalářské práce, vstřícnost a čas věnovaný odborným konzultacím. Dále bych chtěl poděkovat panu prof. Ing. Karlu Hamouzovi, CSc. za odborné rady. Velké poděkování patří také celé mé rodině, která mě po dobu studia podporovala.

Vliv listové výživy a biologicky aktivních látek na tvorbu výnosu brambor

Souhrn

Práce se věnuje vlivu aplikace listové výživy a biologicky aktivních látek na tvorbu výnosu brambor. Podklady pro diplomovou práci byly získány z výsledků polního pokusu, který byl uskutečněn v roce 2018 na vlastní rodinné farmě v Poděvousích na Domažlicku s odrůdami Anuschka, Antonia a Red Sonia. Vždy byla k pozorování využita celá plocha odrůdy, ta se rozdělila na kontrolní část a dále na tři části ošetřené přípravky Shigeki, Kaishi a K-gel. Kaishi je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje aminokyseliny rostlinného původu. Přípravek Shigeki obsahuje makro a mikroprvky v chelátové formě a výtazek z mořských řas. Listové hnojivo K-gel obsahuje draslík a síru určené pro mimokořenovou výživu.

Byla vytýčena tři opakování pokusných variant pro postřiky. Aplikace byla provedena zádovním postřikovačem kvůli přesnosti a kvůli vyloučení úletu postřiku do kontrolní parcely. V průběhu vegetace byl sledován stav a vývoj porostu na jednotlivých variantách ošetřených uvedenými druhy listových hnojiv. Před sklizní byly provedeny odkopy deseti trsů z každého opakování pro stanovení výnosotvorných prvků. U každé rostliny byla samostatně zjištěna hmotnost hlíz pod trsem a počet hlíz. Dále byl zjištěn celkový výnos, výnos tržních hlíz a průměrná hmotnost jedné hlízy. Výsledky byly statisticky zhodnoceny.

Ze tří ověřovaných přípravků dosahoval nejlepších výsledků přípravek K-gel, jehož aplikace průkazně zvýšila (v průměru všech tří pokusných odrůd) průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem a celkový výnos hlíz z jednoho hektaru o 15,56 % proti neošetřené kontrole. Stejný závěr platí u tohoto přípravku i pro průměrnou hmotnost tržních hlíz pod trsem a jejich hektarový výnos. Po aplikaci přípravků Kaishi a Shigeki byla rovněž zjištěna vyšší hmotnost hlíz pod trsem a hektarový výnos proti kontrole (o 11,81 % a 4,93 %), ale jednalo se pouze o trend – rozdíly mezi variantami byly statisticky neprůkazné. Nejmenší výnosový efekt z hodnocených přípravků je patrný v průměru výsledků tří odrůd u přípravku Kaishi, který dosáhl nadějného výsledku u odrůdy Red Sonia, kde měl o 15,49 % vyšší výnos proti kontrole. Z porovnání tří pokusných odrůd nebyl zjištěn průkazný vliv odrůdy na celkový výnos hlíz, ale ukázalo se, že odrůdy Anuschka a Red Sonia měly téměř o 20 % vyšší tržní výtěžnost tržních hlíz než odrůda Antonia. Zřejmě to souvisí s vyšším nasazeným počtem hlíz odrůdy Antonia pod jedním trsem (průkazný rozdíl proti odrůdám Anuschka a Red Sonia). Které v suchém vegetačním období roku 2018 zůstaly drobnější.

Závěrem bych chtěl říct, že pokus je pouze jednoletý a jeho výsledky nelze proto zobecňovat. Doporučuji, proto pokračovat v pokusu v dalších letech.

Klíčová slova: brambory, listová výživa, biologicky aktivní látky, výnos

Effect of foliar nutrition and biologically active substances on potato yield

Summary

This study is focused on impact of application of foliar nutrients and biologically active substances on yields of potato tubers. Bases for this master thesis were gain in field trial which was held in 2018 on family farm in Poděvousy near Domažlice. Potatoe varieties used in trial were Anuschka, Antonia and Red Sonia. For observation was used all area of one variety, this area was split into control varitety and other three sections where were products Shigeki, Kaishi and K-gel aplicated. Kaishi is biostimulant which contains vegetal origin aminoacids. Shigeki contains macro-and micronutrients in chelator form and extract from seaweed. Foliar fertilizer K-gel contains potassium and sulphur for foliar application.

There were 3 repetitions for every variety of application. Application of products was done by back sprayer because of accuracy and not to contaminate the control variety and other varieties. During vegetation plants conditions and development were observed in every variety sprayed with the foliar fertilizers. Before harvest ten plants from every variety were dug out. Separately in every plant was determined weight of tubers and number of tubers. Next was determined overall yield, yield of market tubers and average weight of one tuber. The results were statistically evaluated .

From three examined products best results were reached by product K-gel. After application of K-gel (average of all three repetitions) the average weight of one tuber was significantly higher and overal yield from one hectare was higher by 15,56 % against untreated variety. Also the average weight of market tubers under one plant and their yield from one hectare was significantly higher. After application of Kaishi and Shigeki wheight of tubers under one plant and yield from one hectare was also higher (by 11,81 % and 4,93 %), but this results were not statistically significantly higher. The lowest effect on yield is evident in average of all three potatoe varieties treated with Kaishi. There were promising result in potatoe variety Red Sonia, where yield was by 15,49 % higher than in untreated variety. Comparing three potatoe varieties, there were no significant influence of potatoe variety on overal yield of tubers, but it turned out that varieties Anuschka and Red Sonia had almost by 20 % higher amount of market tubers than variety Antonia. This may be caused by higher amount of tubers under one plant in variety Antonia (significantly higher than in varieties Anuschka and Red Sonia) which stayed smaller because drought climate in year 2018.

Finally I want to say that this was only one year trial and its results can not be generalize. I recommend to continue in this trial in following years.

Keywords: potatoes, foliar nutrition, biologically active substances, yield

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	11
3 Literární rešerše.....	12
3.1 Historie brambor.....	12
3.2 Příjem a využití živin rostlinami.....	12
3.2.1 Faktory ovlivňující příjem živin	13
3.2.1.1 Vnitřní faktory	13
3.2.1.2 Vnější faktory	13
3.2.2 Mímokořenová výživa.....	14
3.2.3 Chemické složení hlíz	15
3.3 Význam živin pro brambory.....	15
3.3.1 Dusík	16
3.3.1.1 Vliv dusíku na výnos.....	16
3.3.2 Fosfor	17
3.3.3 Draslík	17
3.3.4 Hořčík.....	17
3.3.5 Vápník	18
3.3.6 Mikroelementy.....	18
3.4 Nároky brambor.....	18
3.4.1 Nároky brambor na živiny	18
3.4.1.1 Hnojení dusíkem	19
3.4.1.2 Hnojení fosforem	19
3.4.1.3 Hnojení draslíkem.....	19
3.4.1.4 Hnojení selenem.....	20
3.4.2 Nároky brambor na teplotu.....	20
3.4.3 Nároky brambor na vláhu	20
3.4.4 Nároky brambor na pozemek.....	21
3.4.5 Výnosotvorné prvky brambor	21
3.4.6 Výběr odrůd.....	22
3.5 Projevy nedostatku živin.....	22
3.5.1 Nedostatek dusíku	22

3.5.1.1	Nadbytek dusíku	23
3.5.2	Nedostatek fosforu	23
3.5.3	Nedostatek draslíku	23
3.5.4	Nedostatek vápníku	23
3.5.4.1	Nadbytek vápníku	24
3.5.5	Nedostatek manganu	24
3.5.6	Nedostatek hořčíku.....	24
3.6	Zásady hnojení brambor.....	24
3.6.1	Statková hnojiva.....	25
3.6.1.1	Chlévský hnůj	25
3.6.1.2	Kejda	25
3.6.1.3	Zelené hnojení.....	26
3.6.2	Minerální hnojení.....	26
3.7	Hnojení listovými hnojivy	26
3.8.	Výsledky pokusů s listovými hnojivy	28
3.9	Stimulace rostlin	29
3.9.1	Pomocné rostlinné přípravky	30
3.9.2	Využití mořských řas	30
3.9.3	Účinky hnojiv z mořských řas	31
3.9.3.1	Rod <i>Ascophyllum</i>	31
3.9.3.2	Výsledky hnojení mořských řas.....	31
4	Metodika	32
4.1	Zaměření rodinné farmy Chval.....	32
4.2	Pozemek.....	33
4.3	Popis použitých odrůd.....	33
4.3.1	Antonia	33
4.3.2	Anuschka	33
4.3.3	Red Sonia.....	34
4.4	Charakteristika použitých přípravků a hnojiv	34
4.4.1	K – gel	34
4.4.2	Kaishi	34
4.4.3	Shigeki.....	35
4.4.4	Chlévský hnůj	35
4.5	Základní informace o pokusu	35

4.6	Agrotechnika pěstování.....	35
4.6.1	Přehled aplikovaných pesticidů a listových hnojiv během vegetace.....	36
4.6.2	Hnojení pokusu	36
4.6.3	Přehled agrotechnických zásahů	37
4.7	Meteorologické podmínky.....	37
4.8	Statistické zhodnocení výsledků	38
5	Výsledky	39
5.1	Vliv pokusných variant na výnos.....	39
5.1.1	Průměrná hmotnost hlíz pod jedním trsem.....	39
5.1.2	Průměrná hmotnost tržních hlíz pod jedním trsem	40
5.1.3	Průměrný počet hlíz pod jedním trsem	41
5.1.4	Průměrná hmotnost jedné hlízy	41
5.1.5	Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy	42
5.1.6	Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy	43
5.1.7	Celkový výnos hlíz z jednoho hektaru	43
5.2	Vliv genotypu odrůdy na výnos	44
5.2.1	Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy	44
5.2.2	Průměrný počet hlíz pod jedním trsem	45
5.2.3	Celkový výnos hlíz z jednoho hektaru	46
5.2.4	Tržní výtěžnost.....	46
6	Diskuze	50
7	Závěr	53
8	Seznam literatury.....	55

1 Úvod

Brambory ještě před 70 lety patřily u nás mezi významné a důležité polní plodiny, pokud šlo o plošné zastoupení v osevních sledech ve srovnání s ostatními plodinami. Zvláště se to týkalo horských a podhorských oblastí. Z hlediska produkce brambor jsme byli soběstační ve spotřebě na jednoho obyvatele, kde se ve výživě podílely jako druhá nejrozšířenější a základní potravina. Jejich využití bylo rovněž jako krmivo pro zvířata a surovina pro lihovarský, škrobárenský a sušárenský průmysl. Na jejich produkty navazovala odvětví papírenského, chemického, textilního, farmaceutického a potravinářského průmyslu.

V České republice se postupně snižuje podíl brambor dodávaných pro spotřebitele ve slupce, vzrůstá poptávka po polotovarech a potravinářských výrobcích z brambor. Významné místo v České republice patří drobným pěstitelům brambor, kteří podle Českého statistického úřadu (ČSÚ) vypěstují průměrně 22 % celkové výroby brambor u nás. Brambory patří celosvětově k nejrozšířenějším kulturním plodinám. Pěstují se na ploše kolem 19 mil. ha. Po kukuřici, pšenici a rýži se řadí na čtvrté místo.

Brambor je významná plodina z více hledisek. Je to zlepšující plodina v osevních sledech, jelikož má vysoké produkční schopnosti ve tvorbě organické hmoty. Také má užití jako surovina pro potravinářský průmysl (v původním stavu nebo jako výrobky z brambor), krmivo pro hospodářská zvířata a dále také pro škrobárenský průmysl. Škrob je zásobní polysacharid u většiny rostlin, ale z málokteré se dá získat.

Ve výživě člověka plní brambory tři funkce, a to objemovou, sytící a ochrannou. Zajišťují totiž dostatečný objem stravy, mají vhodný obsah energeticky hodnotných složek a také vhodný obsah vitamínů, minerálních látek. Vzhledem k současnému stravování ve světě je třeba vytyčit brambor jako nutričně významnou plodinu. Jedná se o vyváženou potravinu, která má pozitivní vliv na lidské zdraví a organismus.

V roce 2017 činila podle údajů ČSÚ sklizňová plocha brambor celkem 29 433 ha, z toho v zemědělském sektoru 23 418 ha a v rámci samozásobení domácností 6 015 ha. Celková produkce brambor dosáhla 819,7 tis. tun. V zemědělském sektoru bylo sklizeno 689 tis. tun a v sektoru domácností 130,7 tis. tun brambor.

Brambory mohou přijímat živiny pomocí kořenů, tak jako všechny ostatní rostliny. Další způsob je pomocí nadzemních částí rostlin, ten se pak nazývá mimokořenová nebo také listová výživa, protože listy absorbují nejvíce živin. Listová aplikace hnojiv je velice výhodná, neboť brambory mohou přes listový aparát přijímat velmi dobře potřebné živiny. Při suchu, relativně chladné půdě a nepříznivém pH půdy je to velká výhoda. Mimokořenová výživa působí ihned a další výhodou je možná aplikace při postřiku s fungicidy. Listová výživa nemůže plně nahradit výživu kořenovou. Je třeba ji chápat jako doplněk výživy pro překonání kritických období růstu rostlin. V současné době je na trhu velké množství hnojiv s možností aplikace foliární cestou. Hlavním kritériem by měl být obsah a poměr živin v hnojivu, ale také je nutné brát v úvahu cenu. Jistě je velice přínosné pro posouzení vhodnosti hnojiva sledovat vedlejší či doplňkové vlastnosti jednotlivých hnojiv.

V minulosti i v současné době je snaha a zájem na zvyšování kvality a výnosů bramborových hlíz. Proto se v současné době lidé snaží vymyslet co nejlepší agrotechnické postupy nebo různá listová hnojiva a různé zlepšující a stimulační přípravky na podporu tvorby výnosu brambor. Mezi ně můžeme například zařadit přípravky K-gel, Kaishi nebo Shigeki. Přípravek Shigeki je založen na využití látek z mořských řas. Přípravek Kaishi obsahuje biologicky aktivní látky a přípravek K-gel je kvalitní listové hnojivo nejen pro použití do brambor. V současné době se v zemědělství řeší dopad sucha nebo úbytek organické hmoty, proto jsou vítány všechny metody, které mohou zmírnit dopady těchto nepříznivých vlivů. Protože mě toto téma zaujalo, rozhodl jsem se realizovat s přípravky tohoto typu polní pokus a jeho výsledky jsem zhodnotil ve své diplomové práci. Samotný pokus probíhal v poloprovozních podmínkách na rodinné farmě. Aplikaci přípravku, odkopy, počítání tržních hlíz a vážení jsem prováděl osobně. Výsledky jsem pečlivě zapisoval a vypracoval z nich grafy, které jsou v této práci. Výsledkem pokusu mé diplomové práce a následném vyhodnocení výsledků může být doporučení pro agronomy nebo prospěšné pro naše pěstování na naší rodinné farmě v následujících letech, zda přípravky K-gel, Kaishi a Shigeki přináší užitek pro pěstování brambor či nikoliv.

2 Cíl práce

V průběhu vegetace konzumních brambor ověřit vliv dvakrát až třikrát opakované aplikace listového hnojiva s vyšším obsahem draslíku a biologicky aktivních látek se stimulačními a protistresovými účinky na výnos brambor a jeho strukturu.

Výzkumné hypotézy:

- 1) Aplikací vybraného listového hnojiva K-gel na porost brambor ve vhodných růstových fázích je možné pozitivně ovlivnit výnos hlíz i jejich tržní výtěžnost.
- 2) Opakovanou listovou aplikací rostlinných přípravků Kaishi a Shigeki s obsahem biologicky aktivních látek v průběhu vegetace na porost brambor je možné zvýšit výnos a výtěžnost tržních hlíz.

3 Literární rešerše

Tato diplomová práce se zabývá použitím a aplikací rostlinných přípravků s obsahem biologicky aktivních látek v průběhu vegetace a aplikací vybraného listového hnojiva na porost brambor ve vhodných růstových fázích. Na tuto problematiku jsem se zaměřil při výběru poznatků z odborné a vědecké literatury do rešerše svojí diplomové práce, ovšem v širších souvislostech ve vztahu k příjmu živin rostlinami a k výživě a hnojení brambor.

3.1 Historie brambor

Do Čech se brambory dostávají v polovině 17. století, ale až po 100 letech dochází k jejich většímu pěstování, neboť se uplatnily jako vhodná potrava pro lidi a pro dobytek. Pěstování brambor se omezovalo převážně na chudší podhorské a horské kraje (Minx et al. 1994).

Největší rozmach pěstování brambor byl u nás zaznamenán před druhou světovou válkou. V poválečném období docházelo postupně ke snižování ploch i jejich produkce. V letech 1951 až 1955 bylo u nás osázeno 647 000 ha, v letech 1961 až 1965 došlo k poklesu plochy až na 489 000 ha. Zvláště výrazný pokles byl zaznamenán v roce 1990, kdy se sklizňové plochy snížily na 109 229 ha. V roce 1999 byla celková sklizňová plocha 71 855 ha (Jůzl et al. 2000).

Podle statistických údajů, ale i na základě propočtů bilance nabídky a poptávky, spotřeba brambor na obyvatele v roce 2010 dosáhla celkem 61,38 kg brambor na obyvatele a rok, z toho 5,5 kg brambor raných a 55,88 brambor konzumních ostatních. V této spotřebě jsou započteny i brambory obsažené ve výrobcích a polotovarech z brambor. Mezi největší producenty brambor v Evropě patří Německo, Francie, Nizozemsko, Velká Británie a Polsko (Žižka 2011). V roce 2017 činila sklizňová plocha brambor v České republice celkem 29 433 ha, z toho v zemědělském sektoru 23 148 ha a v rámci samozásobení domácností 6 015 ha. Celková produkce brambor dosáhla 819,7 tis tun. V porovnání s rokem 2016 se jednalo o celkový meziroční pokles o 1,4 %. Průměrný hektarový výnos v roce 2017 činil 27,85 t/ha oproti 28,13 t/ha v roce 2016 (Žižka 2018).

3.2 Příjem a využití živin rostlinami

Rostliny přijímají většinu živin svými kořeny ve formě iontů – buď jako kationty, nebo jako anionty z půdního roztoku. Jen živiny, které jsou v blízkosti kořenů se mohou podílet na výživě rostlin. Jsou to ionty rozpustné v půdní vodě (roztoku) a do blízkosti kořenů se dostávají pohybem půdního roztoku, tzv. hmotným tokem, který doplňuje vodu odčerpanou kořeny rostlin.

Další živiny se dostávají ke kořenům difúzí – postupnou rozpustností sloučenin a doplňováním iontů odčerpaných rostlinami v bezprostřední blízkosti kořenů v rizosféře. Je závislá na celkovém obsahu sloučenin některých živin např. P, S, Mn, Zn a jejich vlastnostech, především rozpustnosti a půdních podmínkách, které ovlivňují jejich rozpustnost (Vaněk et al. 2016).

Význam a účinnost aplikace listové výživy je zřejmá z pokusu Zeidan et al. (2010), kde prováděli výzkum na pšenici, kterou ošetřovali železem, manganem a zinkem. Výsledky pokusu ukazují, že se výnos zrna u pšenice významně zvýšil. Aplikace zinku, manganu a železa může mít zásadní roli na růst rostlin, na fotosyntetické procesy, na dýchání a na další biochemické a fyziologické procesy.

V procesu příjmu živin kořeny lze rozšířit několik fází:

- přísun živin do bezprostřední blízkosti kořenů,
- průnik živin do volného prostoru buněk kořenů,
- vstup živin do vnitřního prostoru buněk kořenů (průnik polopropustnou membránou – plazmalemou, do cytoplazmy),
- transport živin v rostlině

Transport iontů z půdního roztoku do živých buněk kořenového vlášení je složitý proces. Jde o difúzi podmíněnou osmotickými tlaky a neustále se ustavujícími rovnováhami (Vaněk et al. 2016).

3.2.1 Faktory ovlivňující příjem živin

Příjem živin je ovlivňován mnoha faktory. Jsou to faktory vnitřní, ovlivněné samotnou rostlinou, a dále vlivy vnější, především klimatické, povětrnostní a půdní.

3.2.1.1 Vnitřní faktory

Z větší části jsou určeny dědičným základem rostliny. Charakteristickým znakem rostlinného druhu a v mnohých případech i odrůd je příjmová kapacita rostlin, která souvisí s genetickým založením.

Druhové rozdíly v příjmu živin jsou způsobeny hlavně těmito skutečnostmi:

- rozdílným uspořádáním kořenů (hloubka prokořenění, množství kořenů a vlášení, celkový povrch kořenů,
- rozdílným množstvím exsudátů, které příznivě působí na rozpustnost sloučenin, ale především ovlivňují výskyt, počet a aktivitu mikroorganismů v rizosféře,
- výskytem a rozvojem mykorhizy,
- biologickou hodnotou rostliny, jejím metabolismem, zásobováním kořenů organickými látkami (Vaněk et al. 2016).

-

3.2.1.2 Vnější faktory

Tyto faktory významně zasahují do příjmu živin i jejich využití na tvorbu výnosu a kvalitu produkce. Především jsou to podmínky daného stanoviště určované polohou, povětrnostními a půdními podmínkami. Teplota prostředí má výrazný vliv na příjem živin, zvláště u živin, které jsou přijímány aktivně. Také intenzita osvětlení ovlivňuje příjem živin, nejvíce ale nárůst biomasy a s tím souvisí i obsah živin v biomase.

Z povětrnostních podmínek má na příjem živin největší vliv množství dešťových srážek a jejich rozdělení, které ovlivňuje obsah vody v půdě a také trochu vzdušnou vlhkost. Půdní roztok je univerzálním rozpouštědlem a transportní látkou, se kterou se živiny hmotným tokem transportují do bezprostřední blízkosti kořenů – do rizosféry. Příjem fosforu, draslíku a bóru stoupá se zvýšenou vlhkostí půdy, naopak při omezené vlhkosti je vyšší příjem vápníku a sodíku (Vaněk et al. 2016).

3.2.2 Mimokořenová výživa

Mechanismus vstupu živin do rostliny nadzemními orgány je podobný jako u kořenů, ale má některé zvláštnosti. Kutikula je velmi významnou překážkou pro příjem živin listy rostlin. K průniku živin a nízkomolekulárních orgánů slouží velké množství pórů o velikosti 1 nm, které jsou soustředěny hlavně kolem svěracích buněk průduchů. Látky menší a bez náboje pronikají snadněji těmito póry. Také stáří pletiv hraje významnou roli, mladé orgány jsou schopny vstřebávat více živin než stará pletiva. Následné využití živin, příjem a jejich transport jsou při mimokořenové aplikaci hnojiv ovlivňovány řadou dalších faktorů (Vaněk et al. 2016). V principu je mimokořenová výživa založena na příjmu a využití minerálních i organických živin a látek, nanesených formou vodných roztoků na nadzemní části rostlin, ze kterých jsou pak přijímány všemi orgány (Marschner 2012). Richter (2004) doplňuje, že velký význam mají i faktory vnějšího prostředí jako jsou vlhkost, teplota a světlo. Čím je větší relativní vlhkost vzduchu, tím déle zůstane roztok na povrchu listů a zvýší se vstup iontů do listu. Při vyšší teplotě a odpaření vody je příjem iontů omezen a může docházet i k popálení listů.

Mimokořenová aplikace a jejich přísun do pletiv rostlin mohou významněji působit na příjem živin (hlavně mikroelementů). Nejvíce limitující účinnost mimokořenové aplikace hnojiv jsou povětrnostní podmínky a hlavně srážky. Mimokořenová aplikace hnojiv může působit i negativně. Hlavně poškození rostlin (popálení) při použití nepřiměřené koncentrace aplikovaných hnojiv při nevhodných podmínkách a dále zvýšení příjmu, a tím i obsahu živin, jichž je v pletivech dostatek či nadbytek.

Mimokořenová výživa by měla vycházet z analýzy výživného stavu rostlin, stanovištních podmínek a být cílena jako konkrétní opatření v určité fázi růstu rostlin. Nemůže nahradit výživu kořenovou, a proto je nutné jí brát jako:

- doplněk výživy
- opatření pro eliminaci nepříznivých podmínek pro kořenový příjem živin při nevhodných půdních podmínkách (nedostatek vláhy, nevhodné pH a silná sorpce), poškození kořenů (Vaněk et al. 2016).

Mimokořenové hnojení působí ihned. Cíleně podporuje výnos a kvalitu hlíz při nasazování hlíz a při špatných růstových podmínkách. Listovými hnojivy se dodají potřebné a důležité živiny (Haberland 2009). Aplikace do půdy je běžnější a efektivnější pro živiny dodávané ve větším množství. Nicméně, za určitých okolností je ekonomičtější a efektivnější použití hnojiv listových (Frageria et al. 2009). Foliární výživa má řadu výhod oproti půdním hnojivům, a to především tehdy, když živiny v půdě nejsou v optimální zásobě, nejisté přijatelné rostlinami. V porovnání s aplikací živin do půdy je u mimokořenové výživy nižší riziko environmentálního zatížení a u některých hnojiv je omezován biologicky stres rostlin (Fernandez et al. 2013).

3.2.3 Chemické složení hlíz

Chemické složení brambor je poměrně stálé a změna do značné míry závisí na genetických vlastnostech odrůdy. Hlízy téže odrůdy, a dokonce i hlízy ze stejné rostliny se mohou lišit obsahem látek. Chemické složení je také ovlivněno podmínkami prostředí v průběhu vegetace a následným skladováním úrody (Vreugdenhil et al. 2007).

Voda běžně představuje 70-82 % hmotnosti hlíz v závislosti na jejich stupni vývoje a zralosti, na zvolené odrůdě, podmínkách stanoviště a uplatněné pěstitelské technologii. Rozhodující složkou sušiny hlíz je polysacharid škrob. Hlízy odrůd určených k přímému konzumu a na výrobky z brambor obsahují v původní hmotě většinou 12 – 18 % škrobu (přibližně 18 – 24 % sušiny). Škrob není jediným sacharidem hlíz. Jsou zde obsaženy i jednodušší cukry – monosacharidy glukóza a fruktóza, které patří mezi redukující cukry, a také disacharid sacharóza. Obsah cukrů u vyzrálých hlíz je 0,5 %, ale může být i vyšší. Asi 2 % původní hmoty hlíz zaujímají dusíkaté látky, patří do nich bílkoviny a nebičkovinné dusíkaté látky. Bílkoviny mohou představovat široké rozpětí dusíkatých látek v bramborových hlízách. Ve velice malém množství je v hlízách bramboru zastoupen tuk, asi 0,1 % původní hmoty. Minerální látky jsou v hlízách zastoupeny v průměru kolem 1,1 % čerstvé hmoty. Největší význam má draslík, který představuje 30-50 % z těchto látek (Domkářová et al. 2013). Vitamíny patří mezi faktory, které řadí brambory mezi potraviny zvláštního významu. Nejdůležitější jsou vitamíny C, thiamin, riboflavin a kyselina nikotinová (Rybáček et al. 1988).

Tabulka č. 1: Základní chemické složení hlíz bramboru

Složka (látka)	Vyjádření v čerstvé hmotě (%)	Vyjádření v sušině (%)
Voda	68-83	-
Sušina	17-32	100
Škrob	11-26	60-80
Celkový cukr (glukóza, fruktóza, sacharóza)	0,5	2,1
Vláknina	1-2	4-10
Dusíkaté látky	1-3	6-15
Bílkoviny (koagulovatelné)	0,5-2	3-8
Volné AMK (asparagin, glutamin, prolin)	0,1-1	0,5-4
Lipidy (tuk)	0,1	0,4
Popeloviny	1,1	4,6

(Vokál et al. 2013)

3.3 Význam živin pro brambory

Jako optimální prostředí slouží bramborovému trsu provzdušněná, kyprá a biologicky aktivní půda. Kořenový systém není příliš výkonný, proto vyžaduje hodně kyslíku a rovnoměrné zásobení vodou. Organická a minerální hnojiva zde také plní velký význam (Rybáček et al. 1988). Různé živiny hrají důležitou roli pro výnos a kvalitu brambor. Příkladem

je hořčík, mangan, bór, vápník a fosfor. Aby se dal zhodnotit účinek použití stopových prvků prostřednictvím listů, musí být známo jak zásobení kultury, tak i úloha prvku. Kromě toho musí dojít k zásobení kultury stopovými prvky předtím, než jsou patrné symptomy nedostatku (Verdaasdonk 2002).

3.3.1 Dusík

Význam dusíku pro produkci bramborové rostliny je velmi důležitý a prioritní s ohledem na její botanické vlastnosti a morfologii, které jsou odlišné od ostatních polních plodin. Tvoří základ všech aminokyselin, ze kterých je složena každá bílkovina v rostlině, a ty jsou zase základními složkami protoplazmy. Rostlina bramboru vytváří velkou listovou plochu a tím i chlorofyl, kde dusík působí na výměnu sluneční energie na energii chemickou. Na příznivý příjem dusíku rostlinou bramboru mají vliv dlouhé dny s co největší energií slunečního záření, což především využívají rostliny s delší vegetační dobou (Hruška et al. 1974). Dusík má přímý vliv na kvalitu a výnos brambor. Se zvyšováním dávky klesá jeho účinnost. Z toho vyplývá, že v rámci nízkých dávek dusíku na jeden hektar (50 kg) na 1 kg dusíku připadá přírůstek výnosu kolem 100-120 kg hlíz, u dávek nad 120 kg dusíku/ha již jenom 20-30 kg hlíz. Vyšší dávky dusíku (nad 150 kg/ha) ovlivňují negativně životní prostředí možnou kontaminací podzemních vod (Vokál et al. 2013).

Rostliny přijímají dusík ve formě NH_4^+ a NO_3^- (Čepl et al. 2010). Jelikož je dusík nezbytný prvek pro růst rostlin, je v zemědělství aplikován v největších množstvích. Přesto může být značné množství aplikovaného dusíku ztraceno systémem půda – rostlina, i za optimalizovaného hnojení, díky NO_3 vyplavování, NO_x a N_2O plynným emisím z nitrifikace a denitrifikace a NH_3 volatilizaci (Trenkel 2010). Využití dusíku z hnojiv se pohybuje na úrovni 50 %, je větší produkce tvořena dusíkem z půdy, a naopak dusík hnojiv je zabudován dosti vysokým podílem do organické hmoty v půdě, hlavně do biomasy mikrobů. Množství uvolněného (mineralizovatelného) dusíku v půdě a přijatého rostlinami se může v jednotlivých letech značně lišit podle průběhu hydrotermických podmínek, ovlivňujících rozhodujícím způsobem mineralizaci (Vaněk et al. 2016).

Obsah dusíku se v rostlinách může pohybovat ve značném rozmezí, a to v závislosti na orgánu dané rostliny a jejím stáří. Jeho obsah je zpravidla vyšší v počátečních fázích vývoje rostliny, postupně s tvorbou další biomasy klesá (Smith 1995)

3.3.1.1 Vliv dusíku na výnos

Rostlinami přijatý minerální dusík rostliny postupně přijímají k tvorbě organických látek obsahujících právě dusík. První dusíkaté organické látky vznikají z organických ketokyselin (k. oxalátová a α -ketoglutarová) a amoniaku aminokyselin (k. asparagtová a glutamová). Tyto kyseliny vznikají při metabolismu sacharidů (Míča & Vokál 1997). Bramborový trs přijímá živiny téměř po celou vegetační dobu, přesto do začátku kvetení přijme rostlina asi 80 % všech přijímaných živin za vegetaci (Rybáček 1988). K největšímu dennímu odběru dusíku dochází mezi 35-65 dnem po zasazení. Nejrychleji rostlina přijímá draslík, potom dusík a nejpomaleji fosfor (Hruška et al. 1974). Dusík přímo působí na výnos a kvalitu

brambor, ale se zvyšující se dávkou klesá jeho účinnost. Vokál (2000) tvrdí, že u dávek 50 kg/ha připadá na 1 kg dusíku přírůstek výnosu kolem 100 - 120 kg hlíz, ale u dávek nad 120 kg N/ha dochází k nárůstu jen o 20-30 kg hlíz.

3.3.2 Fosfor

Fosfor je přijímán rostlinami ve formě $H_2PO_4^-$ a HPO_4^{2-} . Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí (optimum se pohybuje okolo pH/KCl 5,5 – 6,5) a dostatkem organických látek v půdě (při vyšším obsahu organické hmoty se snižuje objem chemicky vázaného fosforu) (Kasal et al. 2011). Pokud je fosforu dostatečné množství, pak to má příznivý vliv na kvalitu hlíz, a proto je při vyšších dávkách hnojení třeba i vyšší hnojení fosforem (Vaněk et al. 2007)

3.3.3 Draslík

Draslík se v půdách vyskytuje hlavně v anorganických sloučeninách a z tohoto důvodu se jeho množství v ornici pohybuje pouze v hodnotách desítek kg K/ha (Vaněk et al. 2012). Draslík je rostlinami přijímán ve formě K^+ a jeho obsah v hlíze by se měl nacházet v rozmezí 1,8 – 2 % v sušině. Na středních půdách by se optimální hodnota draslíku měla pohybovat okolo 170 – 310 mg.kg⁻¹ (Mehlich III) (Vokál et al. 2004). Třetí z hlavních živin je draslík. Ze všech živin je draslík obsažen v bramborách v největší koncentraci. Významnou úlohu má draslík při syntéze cukrů a škrobu (Vokál 1994).

Draslík podporuje též syntézu bílkovin. Rostliny dostatečně zásobené draslíkem jsou schopny lépe využívat vláhu. Výrazně se projevuje závislost příjmu draslíku na odrůdě. Za normálních podmínek zvyšuje draslík průměrnou velikost hlíz a tím i podíl tržních brambor, podobně jako odolnost hlíz vůči mechanickému poškození. Draslík omezuje vnitřní černání a tmavnutí hlíz po uvaření, snižuje rozvářivost a zvyšuje obsah vlákniny (Minx et al. 1994).

3.3.4 Hořčík

Hořčík je rostlinami přijímán ve formě Mg^{2+} . Optimální zásoba Mg ve střední půdě je 160–265 mg.kg⁻¹ (Mehlich III). (Vokál et al. 2004). Půdy v bramborářském výrobním typu jsou zásobeny hořčíkem většinou středně. Rostlinami je odčerpávám především ze sorpčního komplexu a v menším podílu také z půdního roztoku (Černý et al. 1982).

Hořčík je klíčovým stopovým prvkem pro syntézu organických sloučenin. V první řadě je to základní složka chlorofylu, která podporuje vysokou rychlost fotosyntézy. Kromě toho má hořčík různé účinky v metabolismu rostlin (Elfrich 2011).

U foliární aplikace hořčíku s vápníkem byl prokázán příznivý vliv na růst a výnos. Nejvýznamnější přínos měla tato aplikace na kyselých půdách (Dordas 2009).

3.3.5 Vápník

Rostlina bramboru přijímá v poměrně vysokých dávkách vápník (2,2 kg Ca/t hlíz) i přesto, že jí vyhovuje kyselější půdní reakce. Je podstatný především pro tvorbu a růst kořenů (Vokál et al. 2013).

Pro brambory není vhodné přímé vápnění z důvodu zvýšení rizika napadení hlíz obecnou strupovitostí bramboru. Lepší je vápnění po sklizni brambor nebo v jiném období osevního sledu (Špaar et al. 1999).

3.3.6 Mikroelementy

Brambory nejsou řazeny k rostlinám, které mají specifické nároky na mikroelementy. Reakce na jejich aplikaci je střední, ať již jde o bór, měď, mangan, molybden, zinek, železo či síru. Mikroelementy se účastní v procesech regulace jednotlivých fyziologických procesů. Významnou úlohu mají v enzymatických procesech, které přímo aktivují. (Vokál et al. 2004) Haberland (2009) doplňuje, že ze stopových prvků jsou pro rostliny rozhodující mangan, bor, zinek, měď, molybden a železo. Celkový obsah stopových prvků v půdě je mnohem vyšší než potřeba rostlin. Přesto nejsou vysoké obsahy v půdě zárukou dostatečného zásobování rostlin během celé vegetace.

Obecnou výhodou přiměřeného zásobování rostlin mikroelementy je vedle podstatného zajištění výnosu také zvýšení kvality hlíz. Významné je cílené zásobování manganem, důležitý je také bór a zinek na lepších půdách, měď a molybden na lehčích půdách. Při nízkém obsahu mikroelementů hnojení půdní hnojiva (Meier 2013).

3.4 Nároky brambor

3.4.1 Nároky brambor na živiny

Hnojením se dá ovlivnit počet a velikost hlíz. Dobrá výživa více ovlivňuje počet hlíz, kdežto příznivé rozdělení srážek působí výrazně na jejich velikost. Vyrovnání a dostatečná výživa ovlivňuje příznivě kvalitu hlíz. Rostliny brambor přijímají velké množství draslíku, dále dusíku. Brambory mají také vysoký příjem vápníku, ten je však soustředěn hlavně v nati.

Brambory jsou poměrně značně tolerantní k hodnotě pH, daří se jim v širokém rozmezí pH (nejlépe však okolo pH 5,5). Většina půd, na kterých se brambory pěstují, má vyhovující hodnotu pH v oblasti 5,5-6,0, z čehož plyne, že potřeba vápnění je jen při silném poklesu této hodnoty (Vaněk et al. 2016).

3.4.1.1 Hnojení dusíkem

Celkový obsah dusíku v orniční vrstvě většiny půd v ČR kolísá mezi 0,1- 0,2 %. 95-98 % je vázáno ve formě organických sloučenin, zbytek je zastoupen v minerální formě (Míča et al. 1991)

Dostatek dusíku zvyšuje výnos, ale od určité hranice se zhoršuje kvalita hlíz a je i vyšší nebezpečí napadení plísní bramborovou a skládkovými chorobami. Nadbytek dusíku působí prodloužení vegetace, zhoršení kvality hlíz. Doporučená dávka dusíku je 80 kg N/ha (Vaněk et al. 2016). Především při hnojení dusíkem je třeba věnovat pozornost aplikačním dávkám, protože příliš vysoké i nízké dávky mohou výnos negativně ovlivnit (Gröschl 2007).

3.4.1.2 Hnojení fosforem

K dodání fosforu se používá hlavně superfosfát, případně NPK hnojiva. Dostatek fosforu ovlivňuje příznivě kvalitu hlíz, a proto je zvláště při vyšších dávkách dusíku žádoucí i vyšší hnojení fosforem. Dávky fosforu jsou závislé na jeho obsahu v půdě a běžná dávka je v rozmezí 30-45 kg fosforu na hektar (Vaněk et al. 2016). Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí a dostatkem organických látek v půdě. V případě nutnosti aplikovat vyšší dávky (při nízké zásobě fosforu) nebo jde-li o pozemky s nižším pH (méně než 5) je vhodné použít na podzim spolu se statkovými hnojivy hnojiva s pomalejším uvolňováním méně rozpustného fosforu typu Hyperkorn (Vokál et al. 2013).

V Anglii se v letech 1986-2000 hodnotily účinky fosforečných (P) hnojiv na počet hlíz a výnos hlíz *Solanum tuberosum*. Aplikování fosforečného hnojiva vedlo ke statisticky významnému zvýšení výnosu hlíz v šesti pokusech a optimální aplikační dávka P se pohybovala od cca 90 do 180 kg P/ha (Allison et al. 2001).

3.4.1.3 Hnojení draslíkem

Hnojení draslíkem ovlivňuje výnos hlíz i jejich kvalitu. Doporučované dávky draslíku se pohybují v rozmezí 100-165 kg na hektar. Na půdách s dostatečnou zásobou K se hnojením draselnými hnojivy většinou již nezvýší výnos hlíz, zvláště po hnojení statkovými hnojivy (Vaněk et al. 2016). Pokud nehnojíme hořčíkem na podzim, dávku Mg zapravujeme zpravidla na jaře ve formě Kieseritu nebo vícesložkových pevných nebo kapalných hnojiv. Foliární aplikace roztoku hořčíku ve vegetaci zpravidla již nic neřeší, takže je důležité dbát na optimalizaci zásoby přípustného Mg v půdě a na poměr K : Mg v půdě. (Vokál et al. 2004). Draslík je živina důležitá nejen pro výnos, ale i pro jakost celé řady produktů, např. cukrnatosti cukrovky, škrobnatosti brambor aj. Je v pokusech prokázáno, že např. při dostatečném obsahu draslíku v hlízách je jejich skladování daleko lepší. Při draselném hnojení se jeho obsahy zvyšují, což dokládají i současné pokusy s různými druhy draselných hnojiv u brambor. U nás používaná draselná hnojiva jsou výrobky z draselných solí, ekologicky neškodná. Nejvyššího výnosu u brambor bylo dosaženo ve variantě hnojené síranem draselným (160 kg K₂O/ha) a to

9,16 t/ha. Při použití listové výživy v pokusech s hnojivem Campofort Garant K činilo zvýšení hlíz brambor 9 t/ha (Baierová 2002).

3.4.1.4 Hnojení selenem

Byl sledován účinek listové aplikace selenu k bramborám. Dávky 0, 50 a 150 g Se/ha byly aplikovány ve formě selenanu sodného a seleničitanu sodného ve vodě, jako čisté látky nebo s přídavkem 0,15 % rozpustného leonarditu jako zdroje kyseliny huminové (pH 7). Koncentrace selenu v hlízách se zvyšovala s úrovní aplikace, jak u selenanu sodného, tak u seleničitanu sodného pouze pokud byly použity vodné roztoky (Poggi et al. 2000). Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že jak aplikací Se do půdy před sázením, tak i foliární aplikací Se v průběhu vegetace je možno zvýšit obsah tohoto deficitního prvku v jednotlivých částech bramborové rostliny. Aplikace hodnocených dávek selenu se negativně neprojevila ani na počtu hlíz na jeden trs, ani na hektarovém výnosu. Obsah Se v hlízách brambor se zvyšoval se vzrůstající aplikovanou dávkou, přičemž již po aplikaci nejnižší dávky (100 g Se/ha) došlo k výraznému navýšení obsahu Se (Jůzl et al. 2006).

3.4.2 Nároky brambor na teplotu

Pro klíčení se udává jako nejvhodnější teplota mezi 15–20 °C. Nať začíná růst už při 5–6 °C, nejlépe roste mezi 20–25 °C. S teplotou 30 °C a více se růst zastavuje. Pletiva bramboru jsou velmi citlivá na nízké teploty, už při -1 -2 °C pletiva zmrznou (Rybáček 1988). Požadavky bramboru na teplotu se v průběhu vegetace mění, zároveň rostliny jsou schopné adaptace na déle trvající méně vhodné teploty. V době zakládání hlíz potřebují rostliny bramboru teplotu půdy nejvýše do 20 °C. Pro ideální růst potřebují hlízy denní teplotu okolo 20 °C a noční 14 °C. V období květu pak bramboru vyhovují teploty půdy mezi 16–18 °C, minimálně 6 °C, kdy se zastavuje růst hlíz. Při sklizni by měla být teplota půdy mezi 10–12 °C (Petr et al. 1989).

Optimální počet srážek je 650 – 800 mm za rok, z toho 60 – 70 % za vegetační období. Vlhké léto je nepříznivé pro brambory, protože nať je napadána plísní bramborovou. Nevhodné je ovšem stejně tak velké sucho. Optimální teplota vzduchu je asi 6 – 7,5 °C, ve vegetačním období pak průměrná teplota 12,5 – 13,6 °C (Dostálek 2000). Dosažením úspěšného předpokladu pěstování brambor záleží také na výběru kvalitní sadby a vhodné odrůdy (Köllsch & Stöppler 1990).

3.4.3 Nároky brambor na vláhu

Brambor v porovnání s ostatními zemědělskými plodinami je středně náročný na vláhu. Naopak rozdělení dešťových srážek během vegetace je velmi důležité. Přiměřené srážky ovlivňují v první polovině vegetace růst natě, od června až do poloviny července (podle termínu sázení a ranosti odrůdy) počet hlíz, celkově pak v druhé polovině vegetace růst hlíz. Na výnos hlíz velmi raných odrůd mají hlavní vliv srážky koncem května a v červnu, u raných odrůd koncem června a v červenci, u poloraných a polopozdních odrůd v červenci a srpnu a u pozdních odrůd v červenci, srpnu a září (Vokál 2000). Nedostatek vláhy v období od sázení hlíz až po vzejití brambor působí na výnos příznivě (vytvoří se více kořenů, rostliny ve vegetaci lépe

hospodaří s vodou). V této fázi je požadavek na vláhu nejmenší, neboť spotřeba je dotována ze zásob v hlíze. Od fáze tvorby pupat (přibližně v této době se začínají vytvářet hlízy) až do počátku fyziologické zralosti porostu (období intenzivního růstu hlíz) reagují všechny odrůdy velmi citlivě na nedostatek půdní vláhy. 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 (Kasal et al. 2010).

Čím je rostlina starší, tím méně vody spotřebuje. Brambory během vegetace spotřebují velké množství vody. Proto každý pokles vlhkosti, zejména v kritických obdobích rostlin, vede ke snížení výnosu a jakosti bramborových hlíz i škrobu (Žáček et al. 1968). Množství srážek významně ovlivňuje průměrnou hmotnost hlízy. V období kvetení a po odkvetu jsou pro tvorbu výnosu ideální nižší teploty a dostatek vláhy. V pozdějším období však může vyšší úhrn srážek negativně ovlivnit výskyt plísně bramborové a tím i konečný výnos (Petr 1987). Venclová (2018) doplňuje, že jedním z nejdůležitějších hledisek vegetačního období je pro pěstitele, nejen brambor, počasí. Povětrnostní podmínky v roce 2018 v ČR navázaly vysokými teplotami a nedostatkem srážek na trend minulých let.

3.4.4 Nároky brambor na pozemek

Čepl & Fér (2004) uvádějí, že bramborům vyhovují provzdušněné půdy, zejména v té části půdního horizontu, ve kterém se nachází největší množství kořenů. Proto příznivě reagují na odkamenění a pěstování na propustných, písčitohlinitých a hlinitopísčitých půdách bez zhutnělých vrstev s dostatečnou zásobou organických látek. Na zamokřených a nevhodně položených pozemcích (blízkost vodních ploch, uzavřené polohy) brambory nepěstujeme.

Pro pěstování brambor nejsou vhodné půdy hlinitojílovité až jílovité (těžké, vazké, studené), půdy zamokřené, ale i půdy extrémně lehké se šterkovitou propustnou spodinou (nehumózní váté písky) (Hamouz 1994).

Brambory se mohou pěstovat ve většině půd, ale nejlépe jim vyhovují půdy hluboké, dobře odvodněné a půdy lehké až střední. Při růstu vyžadují optimální přísun vody (Pinhero & Yada 2016).

3.4.5 Výnosotvorné prvky brambor

Spon sázení určuje počet rostlin na ploše. V ideálním případě by mělo být na 1 ha vysázeno 40 až 55 tisíc rostlin. Vyšší hodnoty patří raným a sadbovým bramborám a nižší hodnoty konzumním a průmyslovým bramborám. Důležité je zabezpečit dobrou vzcháživost sadbových hlíz (Petr et al. 1980). Dostatečný přísun živin ovlivňuje dosažení vysokých výnosů a dobré kvality hlíz při pěstování brambor (Grocholl, 2008).

Počet stonků na ploše závisí na počtu oček a klíčků na hlíze, což je ovlivněno odrůdou, zdravotním stavem, ale také skladovací teplotou, kdy při teplotách nad 7 °C vykazují hlízy vyšší úroveň apikální dominance, a tím menší počet klíčků, stonků i hlíz. Je tedy vhodné používat skladovanou sadbu při normálních chladnějších podmínkách, která tvoří více stonků.

Počet hlíz na rostlině se může kladně ovlivnit vyšší hustotu porostu, biologickou přípravou sadby, ranějšími termíny sázení a dobrým zdravotním stavem hlíz.

Průměrná hmotnost hlíz je ovlivněna integrální listovou plochou, brzkým sázením, zaplevelením porostu, zdravotním stavem rostliny, přiměřeným hnojením i dostatečným fyziologickým vyžráním hlíz před sklizní (Petr et al. 1980). Výnos hlíz brambor také závisí na termínu sklizně a použité dávce dusíku (Rühlicke 2013).

3.4.6 Výběr odrůd

Dosažením úspěšného předpokladu pěstování brambor záleží na výběru kvalitní sadby a vhodné odrůdy (Köllsch & Stöppler 1990). Žáček et al. (1968) píše, že jedním z předpokladů dobrého výnosu hlíz i škrobu je vhodný výběr a správná příprava bramborové sadby. Sadba by měla být odrůdově jednotná s dostatečně velkými hlízami, dobře klíčivá a s plnou vitalitou. Pro sadbu bývají vybírány hlízy střední velikosti o váze cca 50 – 80 g, které zpravidla dávají předpoklad většímu výnosu při sklizni.

Vokál et al. (2004) uvádějí, že pěstitel by měl k sázení používat pouze certifikovanou sadbu brambor. Použitá sadba, vitalita, její výkonnost a zdravotní stav rozhodují o úspěchu pěstování brambor.

3.5 Projevy nedostatku živin

Odrůdy bramboru s vysokou výnosovou výkonností, které mají i vysokou potřebu živin, mají také zvláštní nároky na dostupnost stopových prvků. Negativně ovlivňovat kvalitu hlíz může nedostatek živin. Proto je doporučeno vyrovnávat deficit živin v půdě foliárními hnojivy. Pro úspěšné pěstování brambor je také potřeba přizpůsobit výběr odrůd půdním poměrům (Rühlicke 2013).

3.5.1 Nedostatek dusíku

Od počátku vegetace má nedostatek dusíku za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorby všech jejich důležitých orgánů. Rostliny s nedostatkem dusíku jsou slabší a nižší a porosty jsou často nevyrovnané a světlejší. Omezená tvorba chlorofylu a listů vede ke snížení fotosyntézy, a tím k menší tvorbě produkce biomasy. Porosty s omezenou výživou N proto mají většinou kratší vegetační dobu, rychleji dozrávají a dochází ke snížení výnosu a kvality produkce.

Světlejší zbarvení rostlin je výrazným znakem nedostatku dusíku, které je způsobeno sníženou tvorbou chlorofylu. U některých plodin, zvláště u okopanin, je žádoucí, aby rostliny měly dostatek N na počátku vegetace pro tvorbu biomasy (Vaněk et al. 2016).

3.5.1.1 Nadbytek dusíku

Nadbytek dusíku působí, že rostliny rostou velmi bujně, tvoří méně cukrů, pletiva nevyzrávají. Rostliny jsou tmavě zelené s bohatým olistěním. S ohledem na celkově větší povrch rostlin a do jisté míry i nižší pevnost mechanických pletiv jsou rostliny více náchylné k poléhání (Vaněk et al. 2007).

3.5.2 Nedostatek fosforu

Většinou se jedná o latentní nedostatek, na rostlinách nejsou zjevné příznaky nedostatku této živiny. Kritické období pro příjem fosforu rostlinami je počátek vegetace a zvláště chladné, případně suché počasí. Při výrazném nedostatku jsou rostliny nízké, listy jsou užší a menší (Vaněk et al. 2016). Rybáček et al. (1988) doplňuje, že nedostatek fosforu způsobuje zakrnělý růst a tuhost lístků. Lístky vypadají na okrajích jako popálené, někdy spodní listy opadávají. Dozrávání trsů bývá opožděno. Na řezu hlíz se mohou nalézat také drobné železité skvrnky.

3.5.3 Nedostatek draslíku

Příjem draslíku je snížený nebo značně omezený při vlhkém a chladném počasí v jarním období a dešťovými srážkami dochází i k vymývání K z listů, zvláště poškozených během zimního období. Výraznější nedostatek K se kromě negativního ovlivnění biochemických procesů projevuje zjevnými vizuálními symptomy. Jsou charakteristické tím, že okraje spodních listů nejprve začnou žloutnout a následně zasychat, listové pletivo nekrotizuje (Vaněk et al. 2016).

Tmavnutí a lesknutí lístků způsobuje nedostatek draslíku. Starší listy se barví do bronzova. Na spodní straně listů se mohou objevovat tmavohnědé skvrnky, které se slévají dohromady a způsobují okrajovou nekrózu (Rybáček et al. 1988). Jestliže nedostatek draslíku omezuje rostlinu již v počátku ontogeneze, tak dochází k omezování rozvoje kořenů, omezení transportu glycidů a syntézy bílkovin. Postižené rostliny jsou malé s kratšími internodiemi. Lístky jsou stočené směrem dolů (Vaněk 2002).

3.5.4 Nedostatek vápníku

Hlavní příčinou výskytu poruch je nedostatečný příjem Ca z půdy, způsobený vysokým obsahem K a většinou i povětrnostními vlivy (teplo, vlhko), které zvyšují příjem K oproti Ca (Vaněk et al. 2016). Nedostatek vápníku způsobuje chlorózu okrajů lístků, která často přechází v nekrózu. Při silném nedostatku se lístky stácejí, hlízy jsou malé (Rybáček et al. 1988). Přímý a výrazný vliv nedostatku vápníku na výnos a kvalitu brambor nebyl pozorován. Možné výnosové problémy v důsledku nedostatečného příjmu vápníku z půdy mohou nastat na stanovištích s vysokým obsahem draslíku (omezuje příjem Ca) (Kasal et al. 2010).

Nedostatek vápníku se může projevit zvláště v období dlouhodobého sucha. I když nedochází ke zhoršení kvality produkce, mohou klesat výnosy. Řešením by mohlo být foliární hnojivo

InCa. Jedná se o hnojivo organického původu s 5 % vápníku, 1 % zinku a rostlinným hormonem auxinem (Delleman 2011).

3.5.4.1 Nadbytek vápníku

Nadbytek Ca v prostředí působí negativně na rostliny jen v souvislosti s vysokou hodnotou pH. Zvýšenou hodnotou pH, zvláště po vápnění, je omezena dostupnost Mn v půdách, a tím i nedostatek manganu u brambor, tím je podporován výskyt obecné strupovitosti hlíz (Vaněk et al. 2016).

3.5.5 Nedostatek manganu

Nedostatek manganu se projevuje hlavně při změnách jeho dostupnosti vlivem zásahu do acidních a oxidačně redukčních poměrů v půdě, obzvláště po vápnění. Mírný nedostatek se promítne do omezené syntézy bílkovin, vitamínu C a chlorofylu. Zvýšený výskyt obecné strupovitosti hlíz brambor také vyvolává nedostatek Mn. Je to důsledek omezeného příjmu Mn po vápnění, po hnojení špatně vyzrálým hnojem a všech faktorů, které zvyšují mikrobiální činnost v půdě (Vaněk et al. 2016).

3.5.6 Nedostatek hořčíku

Brambory jsou citlivé na nedostatek hořčíku a často se mohou vyskytovat projevy nedostatku ve formě chloróz. To způsobuje nestejně rozložení chlorofylu zejména na starších listech středního patra, dále nižší intenzitu zeleného zbarvení (Čepl 2005). Často se u brambor mohou vyskytovat projevy nedostatkem hořčíku ve formě chloróz (nižší intenzita zeleného zbarvení, nestejně rozložení chlorofylu zejména na starších listech spodního patra) (Vokál et al. 2013). Při nedostatku hořčíku dochází nejen ke snížení rychlosti fotosyntézy, ale ve spojení s vysokou intenzitou slunečního záření klesá syntéza sacharózy a ukládání cukrů do zásobních orgánů. Nedostatek hořčíku může vést k předčasné zralosti natě a zvýšení náchylnosti k *Alternaria* (Elfrich 2011).

3.6 Zásady hnojení brambor

Rostlina bramboru přijímá živiny téměř po celou dobu své vegetace. Příjem a využití živin rostlinami je proces založený na synergickém nebo antagonistickém působení mnoha vnitřních a vnějších faktorů. Nejvýznamnějším faktorem je obsah živin přístupných v půdě (Čepl & Kasal 2004). Především střídání plodin, osevní postupy a hnojení organickými a minerálními hnojivy se podílí na tvorbě rostliny bramboru. Minerální a organická hnojiva v účelném poměru živin ovlivňují nejen rostlinu brambor, ale současně i kvalitu brambor.

Správná agrotechnika a ochranná opatření napomáhají ke zlepšování půdní úrodnosti a tím i snadnějšímu příjmu živin ke kořenům rostlin (Hruška et al. 1974).

3.6.1 Statková hnojiva

Používání statkových hnojiv má nezastupitelnou roli v přívodu organických látek a živin do půdy a tím i udržování a zvyšování půdní úrodnosti. Standardem je vyzrálý chlévský hnůj (Čepl & Kasal 2004). Bhogal et al. (2009) a Müller et al. (2011) se shodují, že zvýšeným uplatněním organických hnojiv narůstá riziko vyplavování dusičnanů a ohrožení kvality podzemních vod. Používání organických hnojiv pomáhá zvyšovat půdní úrodnost, vodní kapacitu půdy, množství mikroorganismů a zásoby živiny v půdě. Jedná se hlavně o N, P, K a mikroelementy (Bittner et al. 1988).

3.6.1.1 Chlévský hnůj

Doporučená dávka je 30 t/ha. O množství hnoje na jeden hektar také rozhoduje celkové množství hnoje, které je k dispozici. Chlévský hnůj se aplikuje na podzim. Pouze na lehkých půdách lze použít vyzrálý chlévský hnůj na jaře (Vokál et al. 2013). Čepl (2004) se také shoduje, že optimální dávka chlévského hnoje by měla být 30 – 40 t/ha. Podzimní zaorávka hnoje je dobrá pro včasné a rovnoměrné uvolňování živin v době vegetace brambor, na rozdíl od jarní zaorávky jsou živiny uvolňovány později, někdy až na konci vegetace brambor, což nepříznivě ovlivňuje proces dozrávání hlíz. Dle Neetesona (1989) byly statisticky vypořádány závislosti mezi aplikací chlévského hnoje v brzké fázi podzimu a fázi pozdější. Neeteson dělal pokusy i s dávkováním dusíku. Ve svém pokusu sledoval pouze čistý výnos brambor. Pro praktické využití doporučuje dávku optimalizovat a zvážit kolik dusíku je v půdní zásobě a zvážit další faktory.

V pokusech se ukázalo, že například určitá dávka dusíku 170 kg N na hektar, může poskytnout velmi rozdílné výsledky koncentrace dusíku v rostlinách. Je-li velká část dávky dusíku dodávána ve formě hnoje, není neobvyklé, že jsou koncentrace dusíku na začátku sezóny příliš nízké pro to, aby mohly brambory optimálně růst (Ekelöf 2014).

3.6.1.2 Kejda

Hnůj může úspěšně nahradit kejda skotu, prasat nebo drůbeže – pokud je kvalitní, rovnoměrně rozmetená a kvalitně zapravena do půdy. Kvalitní kejda musí mít optimální obsah sušiny a dusíku. Kejda skotu sušina 7,8 %, N 0,3 %, kejda prasat suš. 6,8 %, N 0,5 % (Hamouz 1994)

Kvalitním statkovým hnojivem je kejda skotu a prasat. Kejda patří mezi účinná dusíkatá hnojiva. Z toho důvodu by se neměla na podzim k bramborům aplikovat s výjimkou těžkých nebo středních jílovitých půd. Největší účinnost má kejda na jaře před založením porostu. Dávka se řídí obsahem dusíku v kejdě. Použití kejdy skotu je dávka kolem 45 – 60 t/ha, u kejdy prasat 30 – 35 t/ha a u kejdy drůbeže 15 t/ha (Vokál et al. 2013).

Reijs et al. (2007) píší, že aplikací kejdy nedochází ke zvýšení anorganického dusíku v půdě oproti nehnojené kontrole, a proto nepředpokládají překročení standardu vyplývající z nitrátové směrnice. Nicméně mineralizace organických hnojiv je u každého druhu hnojiva jiná a závisí také na délce trvání aplikace hnojiv.

3.6.1.3 Zelené hnojení

K zelenému hnojení lze využít celou škálu plodin i jejich kombinací pěstovaných jako podsev do krycí plodiny (např. jílek nebo jetel bílý), nebo častěji jako strniskové meziplodiny (hořčice bílá). Strniskové meziplodiny, které se nejčastěji sejí bezprostředně po sklizni obilnin a podmítce, vyžadují dostatečné množství srážek a alespoň 8 týdnů s optimálními teplotními podmínkami (Vokál 2001).

3.6.2 Minerální hnojení

Cílem využívání minerálních hnojiv je zajistit rostlinám optimální množství živin potřebné pro vytvoření výnosu a také udržet či zvýšit půdní úrodnost daného stanoviště (Čepl et al. 2009).

Vokál et al. (2013) se také shoduje, že použití minerálních hnojiv je cílem zajistit rostlinám bramboru optimální množství živin potřebné pro tvorbu výnosu a zároveň udržet nebo zvýšit půdní úrodnost daného stanoviště. Mají vyšší obsahy živin ve srovnání se statkovými hnojivy. Dusík má přímý vliv na výnosy a kvalitu brambor. Se zvyšující se dávkou klesá jeho účinnost. Vysoké dávky dusíku nad 150 kg/ha negativně ovlivňují životní prostředí. Z pevných dusíkatých hnojiv se nejčastěji používá síran amonný, granulovaná močovina, ledky a z kapalných hnojiv DAM-390.

Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí a dostatkem organických látek v půdě. Při vyhovující a dobré zásobě P v půdě lze použít na podzim superfosfáty, které obsahují vodorozpustný fosfor, nebo na jaře vícesložková hnojiva buď v pevné, nebo v kapalně formě. Brambory mají střední nároky na množství draslíku v půdě, i když ho z půdy čerpají poměrně ve velkém množství. Při nízké zásobě draslíku v půdě se používá doporučená dávka K zpravidla v draselné soli na podzim (Čepl 2005). Minerální hnojiva můžeme aplikovat také lokálně, což může přispět k omezení tvorby nitrátového dusíku a snížení rizika znečištění vod. Cílem systému lokální aplikace je zajištění potřebných živin pro rostlinu během vegetačního období co možná nejrovnoměrněji (Pickny & Grocholl 2003).

3.7 Hnojení listovými hnojivy

Důležitou překážkou pro příjem živin listy je kutikula. Kromě genetických předpokladů je utváření kutikuly ovlivňováno i vnějšími podmínkami, především světelnými a tepelnými. Kompaktnější a silnější kutikulu mají rostliny především v sušších a dobře osvětlených podmínkách, naopak při omezeném osvětlení je kutikula slabší. Vlhkostní podmínky mohou také ovlivnit stav povrchu listů – porušení souvislosti kutikuly, které usnadňuje průnik

aplikovaných látek (Vaněk et al. 2007). Se zvyšujícími se dávkami hnojiv, především dusíkatých, jsou i vyšší potřeby na hnojení během vegetace tzv. na list. Tímto přihnojením se dosáhne rychlého dodání živin v období, kdy je rostliny potřebují a kdy jejich potřeba není dosažena z půdní zásoby, doplněné základním hnojením. Je důležité se řídit podle výživného stavu pozemku na základě výsledků diagnostických metod – rozborů rostlin, agrochemických rozborů půdy (Baier 1985).

Vlhkost ovzduší působí příznivě. Příjem živin je ovlivňován i reakcí živného roztoku, v němž jsou živiny obsaženy. Rychlost příjmu aplikovaných živin v postřiku na list je různá, maxima je dosahováno po 1-2 hodinách. Příjem živin listy do značné části nahrazuje často složitý příjem živin z půdy kořeny, ten může být omezován a snižován pomalou rozpustností dodaných živin, vyplavením dodaných živin, pevnými vazbami na půdní složky, konkurenčním působením živin v půdě, nedostatečným nebo poškozeným kořenovým systémem nebo také nedostatkem vody v půdě. Při pokusech s bramborami byly velmi dobré výsledky při použití listové výživy (průměrné zvýšení výnosu o 13,2 %). Po vytvoření stolonů a listů do doby odkvětu lze u brambor aplikovat listová hnojiva (Baierová 2003). Diviš (2002) se shoduje, že pro přihnojení brambor lze využít celou řadu kapalných a ve vodě rozpustných hnojiv. V roce 2001 byl založen pokus s cílem vyhodnotit vliv hnojení "přes list" u brambor na výnos a výtěžnost konzumních hlíz. Aplikace hnojiv byla provedena dvakrát. Výnos hlíz byl ovlivněn poškozením rostlin krupobitím krátce po druhé aplikaci. Aplikace vybraných hnojiv na list při srovnání s kontrolou způsobila u sledovaných odrůd zvýšení výnosu. Poměrně nízká výtěžnost hlíz nad 35 mm byla ovlivněna krupobitím. Aplikace listových hnojiv byla efektivní pro vyšší výtěžnost konzumních hlíz. Listová hnojiva mají u brambor své opodstatnění i z důvodu společné aplikace s ošetřením proti plísni bramborové.

Listová hnojiva lze aplikovat společně s přípravky na ochranu rostlin. Jsou také většinou finančně náročná, proto je třeba volit známá osvědčená hnojiva s vysokým obsahem živin, provádět aplikace dle potřeby, stanoviště a povětrnostních podmínek (Haberland 2007). Z výsledků Kasala (2005) z let 2001 až 2005 lze prokázat, že vliv listových hnojiv na výnos hlíz brambor byl zjištěn v průběhu povětrnostních podmínek v daném roce. Ve většině případů se tyto aplikace podílely na zvýšení výnosů.

Účinnost listové výživy je závislá na koncentraci a dávce roztoku, která nesmí být vysoká, aby nedošlo k poškození listů. U makrobiogenních prvků se aplikují v průměru 2 % roztoky, u mikrobiogenních prvků je optimální koncentrace od 0,1 do 0,5 % a reakce roztoku má být blízká neutrálnímu pH (Richter 2004).

Aplikace hnojiva na list je účelná i v případech nepříznivých podmínek prostředí nebo poškození porostu. Pro použití v bramborách je k dispozici řada listových hnojiv. Velmi časté a účelné je též použití roztoků močoviny a hořké soli, aplikovaných současně s fungicidy (Svobodová & Kasal 2017).

Baier (1996) dodává, aby aplikace byla účinná, musí pokrýt co největší listovou plochu. Rostliny musí být schopny dodané živiny listovými průduchy přijmout, proto je důležité denní aplikace (ráno a podvečer), přiměřená vlhkost vzduchu, dostatečná doba působení a vhodný druh a koncentrace lehce rozpustných komponentů. Toto všechno jsou zásady ověřené nejen u nás, ale i v zahraničí. Pokud má být dodrženo největšího účinku, musíme je dodržet. Podíl znalosti a zručnosti člověka na cílené listové výživě je větší než na kořenové. Největší brzdou pokroku je neznalost.

3.8. Výsledky pokusů s listovými hnojivy

Kasal & Čepl (2003) v letech 2001 a 2002 sledovali v založených pokusech vliv listových hnojiv na výnos hlíz, škrobnatost, sušinu, výnos sušiny a výnos škrobu a stolní hodnotu hlíz. V roce 2001 bylo nejvyššího výnosu hlíz dosaženo na variantě, kde byla použita kombinace Campofortu Plus, Campofortu Garant P a Campofortu Garant K. Přírůstek výnosu zde činil 6,3 % ve srovnání s kontrolní variantou. Též na variantě Foligreenu 2 l/ha a variantě s Wuxalem Kombi Mg bylo zjištěno zvýšení výnosu pouze o 2 %. Na uvedených variantách bylo dosaženo zvýšeného výnosu sušiny a výnosu škrobu z jednotky plochy, obsah škrobu a obsah sušiny však po aplikaci listových hnojiv nebyl statisticky průkazně zvýšen na žádné z variant. Taktéž stolní hodnota nebyla jednotlivými variantami ovlivněna. V roce 2002 bylo zjištěno, že hodnocené ukazatele nebyly ovlivněny na statisticky průkazné úrovni, a to jak ve srovnání s kontrolní variantou, tak ve srovnání s variantami s aplikací standardních hnojiv použitých pro listovou aplikaci.

V roce 2008 byl založen pokus s foliární aplikací močoviny a přípravku Trisol (pomocný rostlinný přípravek se stimulačním a protistresovým účinkem) u odrůd brambor Adéla a Ditta. U každé varianty základního hnojení byla provedena aplikace přípravku Trisol a močoviny ve dvou termínech: 1. termín - zapojení porostu (6% roztok granulované močoviny, 2 l/ha Trisol Aktivátor, 2. termín - tvorba poupat (6% roztok granulované močoviny a 1 l/ha Trisol Foliar. Hodnocen byl výnos hlíz, výtěžnost hlíz konzumní velikosti a obsah škrobu. Experiment prokázal, že foliární aplikace močoviny přinesla zvýšení výnosu hlíz minimálně o 5 %, tj. nárůst u odrůdy Adéla i Ditta o 1,3 t/ha. Při výtěžnosti 73,6 % byl nárůst výnosu konzumních hlíz u odrůdy Adéla 956 kg/ha. U odrůdy Ditta při výtěžnosti 66,7 % byl nárůst 867 kg/ha. Při aplikaci přípravku Trisol došlo k nárůstu výnosu u obou odrůd minimálně o 10 %, zvýšení výnosu hlíz u odrůdy Adéla činilo 2,7 t/ha, u odrůdy Ditta 1,8 t/ha. Při výtěžnosti 74,7 % u odrůdy Adéla se jedná o nárůst výnosu konzumních hlíz 2016 kg/ha, u odrůdy Ditta o 1306 kg/ha při výtěžnosti 72,6 % (Diviš 2009).

Campofort je listové dusíkato-hořečnaté hnojivo, které obsahuje 8 % MgO a 22 % N. Je doporučováno pro většinu běžných polních a speciálních plodin vesměs ve dvou aplikacích v dávce 6 kg hnojiva na hektar v postřiku při koncentraci u polních plodin 3-5 %. U většiny plodin jsou uváděny přírůstky výnosu nad 10 % při zlepšení kvality získaného produktu, příp. lepšího zdravotního stavu porostu. U brambor byl postřik aplikován před květem. Výsledky pokusu prokázaly, že při paušálním použití Campofortu bez zjištění výživného stavu plodiny nebyla účinnost v souladu s přírůstkem udávanými výrobcem (Smetanová & Vítek 1996).

Diviš et al. (2017) založil pokus a cílem založeného pokusu v roce 2016 bylo vyhodnotit projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků u vybraných odrůd brambor jako možného opatření ke zmírnění projevu sucha. Pokus byl založen v nadmořské výšce 400 m (České Budějovice) a 460 m (Valečov) s velmi ranou odrůdou Monika a poloranou odrůdou Jolana. Aplikovány byly pomocné přípravky Albit (50 ml/ha), Energen Fulhum (500 ml/ha) a Energen 3D smáčedlo (500 ml/ha). Varianty pokusu byly: 1. kontrola, 2. Albit 2x, 3. 3D smáčedlo 2x, 4. Fulhum 2x + 3D smáčedlo 2x, 5. Fulhum 2x. První aplikace přípravků proběhla v růstové fázi do BBCH 40 a druhá před květem. Hodnocen byl výnos hlíz z 1 hektaru, průměrná hmotnost hlíz, obsah škrobu a dusičnanů. U obou odrůd a všech variant na stanovišti Valečov bylo dosaženo vyššího výnosu ve srovnání s dosaženými výnosy hlíz na stanovišti

České Budějovice. Na stanovišti Valečov je u výnosu hlíz zaznamenána pozitivní reakce na listovou aplikaci pomocných rostlinných přípravků u polorané odrůdy Jolana s výjimkou aplikace přípravku Albit, kde byl výnos hlíz ve srovnání s kontrolou nižší o 4,3 %. Odrůda Monika reagovala vyšším výnosem hlíz (61,65 t/ha) pouze na aplikaci přípravku Fulhum. V Českých Budějovicích listová aplikace přípravků přinesla u obou odrůd zvýšení výnosu hlíz. Pouze u odrůdy Monika, kde byl aplikován přípravek Fulhum, bylo dosaženo nižšího výnosu ve srovnání s dosaženým výnosem hlíz u kontroly. U všech ostatních variant s aplikací přípravků byl výnos hlíz obou odrůd minimálně o 10 % vyšší ve srovnání s dosaženým výnosem u kontroly. Na stanovišti Valečov po aplikaci přípravků nebyl zaznamenán nárůst průměrné hmotnosti hlíz u odrůdy Monika a Jolana. Naopak na druhém stanovišti je u obou odrůd zaznamenána vyšší průměrná hmotnost hlíz u všech variant s aplikací pomocných přípravků. Dosažené výsledky ukazují, že projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků je ovlivněn podmínkami stanoviště, průběhem počasí během vegetace a je zaznamenávána i rozdílná reakce zvolených odrůd na jejich aplikaci. Bylo prokázáno, že listovou aplikací pomocných rostlinných přípravků je možné připravit rostliny na stresy, kterým je vystavena během vegetace.

V letech 2001-2003 prováděl Čepel & Kasal (2004)) polní pokusy s cílem zjistit vliv vybraného sortimentu hnojiv (močovina, hořká sůl a listová hnojiva) na výnosy hlíz odrůdy Karin. Hnojení pokusné plochy před založením pokusu bylo zajištěno standardně rozmetáním a zaorávkou hnoje na podzim a aplikací minerálních N, P, K hnojiv na jaře před sázením. V roce 2001 byla půdní zásoba živin na velmi vysoké úrovni v případě P, zásoba K byla vyhovující a Mg nízká. Nejvyššího výnosu hlíz bylo dosaženo u kombinace Campofort Plus, Campofort Garant a Campofort Garant K. Přírůstek výnosu činil 6,3 % ve srovnání s kontrolní variantou. Rovněž na variantách Foligreen 2 l/ha a Wuxal Kombi Mg bylo zjištěno zvýšení výnosu o více než 2 %. V roce 2002 byla půdní zásoba živin na pokusné ploše před založením pokusu na velmi vysoké úrovni v případě P, zásoba K a Mg byla vyhovující. Ve výnosu hlíz byla naznačena tendence vyššího výnosu po aplikaci roztoku močoviny v kombinaci s hořkou solí, dále u varianty Klomag+N+Cu. Zvýšení výnosu bylo 1,2 % ve srovnání s kontrolou. Účinek listových hnojiv byl potlačen průběhem počasí. V roce 2003 byla půdní zásoba živin na dobré úrovni, pouze u Mg byla zjištěna nízká zásoba. Zvýšení výnosu hlíz činilo neprůkazných 2,8 % u variant, ve kterých se aplikoval hořčík. Silnější vliv měly varianty s hnojivy řady Campofort. Z uvedených výsledků je patrný silný vliv průběhu povětrnostních podmínek v daném roce na výnos hlíz a ostatní ukazatele výnosu.

3.9 Stimulace rostlin

Regulátory růstu jsou přírodní či syntetické rostlinné hormony (fytohormony), které mají vliv na projevy růstu jako je například klíčení, dormanci, uzavírání průduchů, opadávání listů, stejně jako mohou brzdit růst a další projevy růstu rostlin (Kuthan 2013).

K řízení růstu rostlin se používá celá řada látek, která má svůj původ přímo v jejich metabolismech. Jsou to přirozené stimulanty, zejména pak fytohormony jako auxiny, cytokininy, gibereliny, endogenní metabolity, jako kyselina glutamová, hydroxybenzoová,

betain, arginin, asparagin či steroidy, fytoalexiny – látky, které jsou rostlinami syntetizovány po napadení škodlivými organismy a které slouží jako aktivní obranné látky – glutation, laminarin (Psota & Šebánek 1999).

Fytohormony, tj. přirozené růstové regulátory, i syntetické regulátory růstu se rozlišují na regulátory povahy stimulační (stimulátory) a povahy inhibiční (inhibitory). Jedná se o málo přesné rozlišení, protože i stimulátor může ve vyšší koncentraci inhibovat růst, a naopak inhibitor ve velmi nízké koncentraci působit stimulačně (Procházka & Šebánek 1997).

V současné době jsou na trhu nabízeny různé látky syntetického původu, které se v přírodě nevyskytují, rostlinám vlastní hormony jako např. auxiny, gibereliny, cytokininy a další, ale také řada látek, které se v přírodě vyskytují, jako humáty, huminové kyseliny, fulvokyseliny, sacharidy, alginové kyseliny, bílkoviny, peptidy nebo aminokyseliny (Kuthan 2013).

3.9.1 Pomocné rostlinné přípravky

Pomocné rostlinné přípravky patří do různorodé skupiny látek určených k listové aplikaci. Tyto přípravky podléhají registraci ÚKZÚZ, jedná se o samostatnou skupinu látek v rámci registru hnojiv. Pomocné rostlinné látky jsou látky, které mohou mít nespecifický účinek, často však zlepšují příjem nebo využití živin, urychlují regeneraci poškozených porostů a zvyšují odolnost stresovým podmínkám. Působení těchto látek je často bráno od účinku fytohormonů nebo syntetických růstových regulátorů. V případě těchto přípravků je často používáno velmi nízkých koncentrací aplikovaných látek (Trčková et al. 2009).

3.9.2 Využití mořských řas

Mořské řasy mají obecně poměrně široký způsob využití. Kromě zemědělství, kde se využívají jako krmivo a hnojivo, se často přidávají také do potravin určených k výživě člověka (algin, karagen, agar). Jsou zdrojem mnoha hodnotných látek (makro i mikroelementy, organická hnojiva, organická hmota, polysacharidy, vitaminy, růstové látky), které mohou příznivě působit na živočichy i rostliny (Dhargalkar & Pereira 2005).

Asi jedno procento se z mořských řas se v současné době používá na výrobu hnojiv (Khan et al. 2009). Výhodou hnojiv z mořských řas oproti běžným průmyslovým hnojivům je to, že jsou šetrná k životnímu prostředí, snadno biologicky odbouratelná a netoxická (Dhargalkar & Pereira 2005).

Nejčastěji se jedná o kapalně extrakty nebo suspenze, které se používají jak k listové aplikaci, tak také k aplikaci přímo do půdy. Vyznačují se rychlejším působením na rostliny a snazší dopravou. Existuje celá řada společností, které nabízejí hnojiva z mořských řas pod nejrůznějšími obchodními názvy např.: Maxicrop (Velká Británie), Kelpak 66 (severní Afrika), Seagrow (Nový Zéland), Algifert (Norsko) ((McHugh 2003).

3.9.3 Účinky hnojiv z mořských řas

Hnojení přípravky z mořských řas obvykle přináší vyšší výnosy, lepší zdravotní stav, lepší růst a odolnost rostlin. Mořské řasy mohou velice zlepšit biologické i fyzikální vlastnosti půd. Zvyšují schopnost zadržovat půdní vláhu a také celkovou pórovitost, napomáhají rozvoji půdních bakterií a hub, které svojí činností spolu se sacharidy obsaženými v řasách podporují tvorbu půdních agregátů. Látky v řasách se mohou použít jako makro i mikroživiny. Pozitivní účinky mají řasy na přímé působení na rostliny. Důležitou roli hrají také růstové látky jako jsou cytokinininy a auxiny, které společně s betainy a steroly ovlivňují příznivě růst a vývoj rostlin. Výsledkem aplikace je odolnost proti hmyzu, bakteriálním a houbovým škůdcům, dřívější klíčení, odolnost proti mrazu a lepší skladovatelnost brambor.

Výhody extraktů z mořských řas jsou například podpora růstu kořenového systému a vlášení, odolnost vůči mrazu pro zlepšení přezimování porostu, odolnost vůči stresovým faktorům (sucho, chlad, zasolení), zlepšení imunity rostliny (Khan et al. 2009).

3.9.3.1 Rod *Ascophyllum*

Řasa rodu *Ascophyllum* obsahuje alginát složený z dlouhých řetězců. Díky tomu tvoří po přidání vápníku pevnou gelovou strukturu. Sušená řasa v práškové formě se následně několik dnů kompostuje a dlouhé řetězce se rozpadají na kratší. Aplikuje se spolu s dalšími komponenty (hnojivy, semeny) zejména na svažitá místa. Tato řasa pomáhá udržet půdní částice na místě a zadržuje vlhkost potřebnou pro vyklíčení rostlin (McHugh 2003).

Rod *Ascophyllum* je nejběžnější druh mořských řas obsahující více jak 80 minerálů jako jód, draslík, hořčík, vápník a železo (Agrobiosfer 2013).

3.9.3.2 Výsledky hnojení mořských řas

Haider et al. (2012) uvádí výsledky pokusu z Pákistánu, kde postřiky na list bramboru extraktem z mořských řas měly pozitivní vliv na růst, výnos i kvalitu hlíz zejména 30. a 60. den od výsadby.

Další výzkumy, které zkoumaly vliv aplikace kapalného extraktu na výnos brambor, prokázaly nejen zvýšení výnosu tržního podílu hlíz, ale také poukázaly na to, že za zvýšení výnosu zodpovídá nejpravděpodobněji právě obsah růstových látek – cytokininů (Blunden & Wildgoose 1977).

4 Metodika

Cílem mé diplomové práce bylo zhodnotit vliv listové výživy a biologicky aktivních látek na tvorbu výnosu brambor. Pokus byl proveden v poloprovozních podmínkách na naší rodinné farmě Chval. Farma se nachází na západě Čech v okrese Domažlice blízko městyse Koloveč. Hon, na kterém se pokus prováděl, se jmenuje Háje v katastrálním území Strýčkovice s nadmořskou výškou 443,8 m nad mořem. Pokus se prováděl na třech odrůdách, a to na Antonii, Anuschce a Red Soně. Tyto odrůdy byly vybrány z důvodu, že je na naší farmě již dlouhodobě pěstujeme.

Pokus jsem založil s následujícími variantami listové výživy a aplikace pomocných rostlinných přípravků s obsahem biologicky aktivních látek v průběhu vegetace brambor:

- 1) 3 aplikace rostlinného přípravku Kaishi (termíny 27.5.2018, 10.6.2018, 22.6.2018).
- 2) 3 aplikace rostlinného přípravku Shigeki s obsahem biologicky aktivních látek (termíny 27.5.2018, 10.6.2018, 22.6.2018).
- 3) 3 aplikace listového hnojiva K-gel (termíny 27.5.2018, 10.6.2018, 22.6.2018)
- 4) kontrola bez aplikace listové výživy a biologicky aktivních látek

Vždy byla k pozorování využita celá plocha odrůdy, ta se rozdělila na kontrolní část (dále označována K) a dále na tři části přípravků Shigeki, Kaishi a K-gel. Byla vytýčena opakování pokusných variant pro postřiky. Aplikace byla provedena zádovým postřikovačem kvůli přesnosti a kvůli vyloučení úletu postřiku do kontrolní parcely. Každá varianta měla 4 opakování. U všech zmíněných přípravků Kaishi, Shigeki a K-gel jsem provedl 3 aplikace dle doporučení výrobce. Před sklizní byly provedeny odkopy deseti trsů z každého opakování pro stanovení výnosotvorných prvků. U každé rostliny byla samostatně zjištěna hmotnost hlíz pod trsem a počet hlíz. Dále byl zjištěn celkový výnos, výnos tržních hlíz a průměrná hmotnost jedné hlízy. Výsledky byly zapsány do připravené tabulky, podle jednotlivých dat odběru a umístění odběru na řádku a variantě.

4.1 Zaměření rodinné farmy Chval

Jako rodinná farma podnikáme již přes 20 let. Hospodaříme v pěti katastrálních územích v nadmořské výšce 400 – 450 m nad mořem. Zaměřujeme se na rostlinnou a živočišnou výrobu. Celkem má naše farma 80 hektarů, z toho 50 hektarů orné půdy a 30 hektarů luk. V rostlinné výrobě pěstujeme brambory, kukuřici, pšenici ozimou a ječmen jarní. V živočišné výrobě chováme masný skot plemene Charolais a vykrmujeme býky na maso. Brambory pěstujeme na 4 hektarech našich polí. Naší prioritou je ruční sběr, aby nedocházelo ke zbytečnému natlučení brambor z velké výšky, což kombajnem na brambory nejde vždy dosáhnout. Brambory rovnou na poli třídíme na konzumní a odpad. Následně brambory prodáváme ze dvora a kvalitním sběrem si udržujeme stálé zákazníky, kteří se každoročně vracejí pro kvalitní brambory. Dále brambory dodáváme do školních jídelen v blízkém okolí.

4.2 Pozemek

- Oblast: Plzeňský kraj, okres Domažlice, okolí města Staňkov a městyse Koloveč
- Katastrální území: Strýčkovice
- Název honu: Háje
- Nadmořská výška: 443,8 m
- Mapový čtverec: 840-1090
- Zemědělská výrobní oblast: bramborářská (BVT)
- Sklonitost pozemku: 2,82°
- Výměra honu: 3,69 ha
- Půdní charakteristika: HPJ 32 – Kambizemě modální eubazické až mezobazické na hrubých zvětralinách, propustných, minerálně chudých substrátech, žulách, syenitech, méně otorulách, středně těžké lehčí s vyšším obsahem grusu, vláhově příznivější ve vlhčím klimatu.

4.3 Popis použitých odrůd

4.3.1 Antonia

Antonia je poloraná salátová odrůda s vynikající chutí, která má varný typ A. Tato odrůda v sobě sdružuje vysokou výnosnost, chuťovou kvalitu i schopnost bezproblémového skladování, včetně výborného vzhledu a hladké slupky, tím splňuje podstatné požadavky pro balení i vlastní obchodování. Hlízy jsou oválné až dlouze oválné se žlutě sytou dužninou. Má také velmi dobré schopnosti odolávat mechanickému poškození, virovým chorobám, černání a strupovitosti. Antonia upřednostňuje lepší půdy v dobrém stavu a s dobrým vláhovým režimem a přívodem živin. Celková doporučená dávka N je do 160 kg/ha. Odrůda byla registrována v roce 2008.

4.3.2 Anuschka

Odrůda Anuschka je velmi raná salátová jakostní konzumní odrůda s pevnou konzistencí, odolná hád'átku bramborovému. Mezi pěstiteli a šlechtiteli je velice oblíbená, má varný typ A. Anuschka má po uvaření pevnou konzistenci, má středně velké hlízy přitažlivého tvaru a vysoký podíl tržních hlíz. Tato odrůda upřednostňuje střední až lehčí půdy se stejným zásobováním vláhou a živinami. Přednost je dána půdám v dobrém stavu. Možnost urychlení předklíčením a pěstováním pod fólií napomáhá rané sklizni a odolnosti hlíz. Anuschka je velmi vděčná za harmonické hnojení. N-hnojení s celkovou požadovanou hodnotou do 160 kg/ha. Znalci zdůrazňují její mimořádnou vhodnost pro kontinentální klimatické podmínky, stabilitu tvaru v různých místech pěstování a salátový varný typ. Odrůda byla registrována v roce 2004 v Rakousku.

4.3.3 Red Sonia

Tato odrůda je velmi raná až raná a mimořádně rychlá konzumní odrůda, převážně pevné konzistence s červenou hladkou slupkou a mělkými očky. Dosahuje velmi brzy středně velkých oválných hlíz se stabilní vnitřní kvalitou. Tuto odrůdu je možné dodávat velmi brzy na trh, kde jsou požadovány brambory s většími hlízami a červenou slupkou. Red Sonia má varný typ B.

Red Sonia má malé až střední nároky na půdu a závlahu. Je třeba dbát na dobrý stav půdy. Pro velmi ranou sklizeň lze doporučit sázení pod folii. Velkou předností je malá náchylnost mechanickému poškození.

Odrůda byla registrována v roce 2011.

4.4 Charakteristika použitých přípravků a hnojiv

4.4.1 K – gel

K-gel 175 je listové hnojivo ve formě gelu s obsahem draslíku a síry určené pro mimokořenovou výživu postřikem na list. Toto hnojivo je určeno především k úpravě výživného stavu polních plodin, ovocných a zelinářských kultur i okrasných rostlin. Aplikace se provádí v období vysokého nároku plodin na draslík z pohledu potřeby růstu hmoty, nebo v období výrazné tvorby cukerných složek při utváření kvalitativních ukazatelů produkce, nebo na základě rozborů rostlin.

Gelová formulace umožňuje vyšší využití živin i v případě méně příznivých povětrnostních podmínek, kdy postřiková jícha na povrchu listů vysychá a hrozí krystalizace živin.

Vlastnosti přípravku

- draslík jako vodorozpustný K_2O v % 14,0
- síra jako vodorozpustná S v % 4,7
- hodnota pH v H_2O 6 – 8

Tabulka č. 2 Volba dávky a koncentrace přípravku K-gel

Plodina	Termín aplikace	Počet aplikací	Doporučená dávka (l/ha)	Množství vody (l/ha)
Brambory	Od stadia 4 listů do konce srpna	1 – 4	3 - 5	150 – 600

4.4.2 Kaishi

Kaishi je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje aminokyseliny rostlinného původu, které jsou získávány šetrnou metodou enzymatické hydrolyzy.

Obsahuje volné L-aminokyseliny. Aplikace přípravku slouží k překonávání stresových a nepříznivých období pro stimulaci vývoje rostlin.

Tabulka č. 3 Volba dávky a koncentrace přípravku Kaishi

Plodina	Termín aplikace	Počet aplikací	Doporučená dávka (l/ha)	Množství vody (l/ha)
Brambory	V průběhu růstu	2 – 3	2 – 3	150 – 600

4.4.3 Shigeki

Tento přípravek obsahuje makro a mikroprvky v chelátové formě, a výtazek z mořských řas rodu *Ascophyllum nodosum*, který je bohatý na růstové hormony: cytokininy, gibbereliny, auxiny a organické molekuly: betainy, manitol, polysacharidy, aminokyseliny.

Shigeki stimuluje celkový metabolismus rostlin, zvyšuje kondici rostlin, jejich odolnost a regeneraci v případě stresu (např. mraz, sucho, poruchy po aplikaci herbicidů, mechanická poškození nebo oslabení po přezimování).

Tabulka č. 4 Volba dávky a koncentrace přípravku Shigeki

Plodina	Termín aplikace	Počet aplikací	Doporučená dávka (l/ha)	Množství vody (l/ha)
Brambory	V období růstu a kvetení	1 – 3	3 - 4	200 – 400

4.4.4 Chlévský hnůj

Jak již bylo zmíněno v části literární rešerše, chlévský hnůj je směs výkalů hospodářských zvířat, steliva, případně zbytků krmiva, která opouští stáj a následně projde procesem fermentace. Chlévský hnůj, který byl použit v tomto pokusu, pocházel od skotu z vlastního chovu naší rodinné farmy.

4.5 Základní informace o pokusu

1. Kaishi - dávka 2,5 l/ha
2. Shigeki - dávka 3 l/ha
3. K-gel - dávka 4 l/ha
4. Kontrola

4.6 Agrotechnika pěstování

Jako předplodina byl na stanovišti Háje pěstován ječmen jarní. Ještě na podzim byl na pozemku zaorán chlévský hnůj v dávce 40 t/ha. Na jaře byl pozemek urovnán smykováním a bylo aplikováno hnojivo NPK v dávce 0,4 t/ha rozmetadlem na minerální hnojivo a následně bylo hnojivo zapraveno do půdy. Poté byl pozemek prokypřen radličkovým kultivátorem a osázen dvouřádkovým sazečem.

Výsadbou brambor jsem provedl 20.4. 2018. Veškerou sadbu brambor pravidelně každoročně nakupujeme od šlechtitelské společnosti Europlant s.r.o. Na jednotlivé varianty byl aplikován preemergentní herbicid Sencor liquid v dávce 0,75 l/ha v tankmixu s herbicidem Command 36 CS (clomazone 360 g) v dávce 0,25 l/ha. Po zapojení porostu bylo ošetřováno fungicidy proti plísni bramboru v kombinaci s insekticidem proti mandelince bramborové. Pro první a druhou aplikaci pro ošetření fungicidem byl použit fungicid Acrobat MZ v dávce 2 kg/ha v kombinaci s insekticidem proti mandelince bramborové Mospilan 20 SP v dávce 60 g/ha. Na třetí a čtvrté fungicidní ošetření proti plísni bramboru byl použit přípravek Consento v dávce 2 l/ha. Při třetí aplikaci byl ještě k fungicidu přidán insekticid Biscaya 240 OD (triacloprid 240 g) z důvodu rezistence mandelinky bramborové proti Mospilan 20 SP. Při pátém a šestém ošetření fungicidem byl použit přípravek Infinito (fluopicolide – 62,5 g) v dávce 1,5 l/ha. Na poslední ošetření byl použit fungicid Altima 500 SC v dávce 0,3 l/ha. Odkopy trsů odrůdy Red Sonia a Anuschka byl proveden 20.8. 2018, protože z důvodů deficitu srážek a dlouhotrvajícího sucha byla nať těchto dvou odrůd umožněná a suchá. Odběry odrůdy Antonia byly odkopány o několik dnů dříve, neboť nať této odrůdy byla ještě částečně zelená. Odkopy Antonie jsem prováděl 1.9.2018.

Z pokusu, který jsem doma založil, jsem provedl odkopy hlíz podle metodiky

4.6.1 Přehled aplikovaných pesticidů a listových hnojiv během vegetace

28.4. 2018 Sencor Liquid 0,75 l/ha + Command 36 CS 0,25 l/ha

27.5.2018 Aplikace přípravku Kaishi v dávce 2,5 l/ha na 1. variantu, aplikace přípravku Shigeki v dávce 3 l/ha na 2. variantu, aplikace přípravku K-gel v dávce 4 l/ha na 3. variantu

1.6. 2018 Acrobat MZ 2 kg/ha + Mospilan 20 SP 60 g/ha

10.6.2018 Aplikace přípravku Kaishi v dávce 2,5 l/ha na 1. variantu, aplikace přípravku Shigeki v dávce 3 l/ha na 2. variantu, aplikace přípravku K-gel v dávce 4 l/ha na 3. variantu

15.6. 2018 Acrobat MZ 2 kg/ha + Mospilan 20 SP 60 g/ha

22.6.2018 Aplikace přípravku Kaishi v dávce 2,5 l/ha na 1. variantu, aplikace přípravku Shigeki v dávce 3 l/ha na 2. variantu, aplikace přípravku K-gel v dávce 4 l/ha na 3. variantu

28.6. 2018 Consento 2 l/ha + Biscaya 240 OD 0,2 l/ha

12.7. 2018 Consento 2 l/ha

22.7. 2018 Infinito 1,5 l/ha

3.8. 2018 Infinito 1,5 l/ha

14.8. 2018 Altima 500 SC 0,3 l/ha

4.6.2 Hnojení pokusu

Na celý pozemek byl na podzim aplikován chlévský hnůj v dávce 40 t/ha. Aplikace minerálních hnojiv byla provedena plošně na jaře ve formě NPK v dávce 0,4 t/ha.

4.6.3 Přehled agrotechnických zásahů

- 25.7.2017 – sklizeň předplodiny (ječmen jarní)
- 15.8. 2017 – podmítka
- 28.10.2017 – organické hnojení (hnůj v dávce 40 t/ha)
- 29.10.2017 – podzimní orba na hloubku 25 cm
- 10.4.2018 – smykování pozemku
- 13.4.2018 – minerální hnojení NPK v dávce 0,4 t/ha
- 14.4.2018 – zavlačení minerálního hnojiva
- 1 8.4.2018 – kypření radličkovým kultivátorem
- 20.4.2018 – výsadba
- 20.8.2018 – sklizeň pokusu – odrůdy Anuschka a Red Sonia
- 1.9.2018 – sklizeň pokusu – odrůda Antonia

4.7 Meteorologické podmínky

Jarní příprava půdy byla doprovázena bezsrážkovým počasím a teplotami, které jsou typické pro dubnové počasí. Začátek vegetačního období byl teplý a srážkově málo vydatný. Měsíc květen se vyznačoval nadprůměrně teplým a srážkově průměrným počasím. Měsíc červen byl srážkově průměrný, spadlo 89,1 % srážek dlouhodobého průměru. Červenec byl teplotně nadprůměrný a srážkově podprůměrný. Srpen byl teplotně nadprůměrný a srážkově velice podprůměrný. Vegetační období roku 2018 lze z pohledu vývoje vegetace shrnout tak, že pozitivně ovlivnilo výnosovou a kvalitativní úroveň sklizených hlíz raných odrůd brambor z důvodu početných srážek v měsíci květen. Naopak lze shrnout, že toto období mělo negativní vliv na polorané odrůdy brambory z důvodu deficitu srážek v druhé polovině června a první polovině července.

Povětrnostní podmínky vegetačního období roku 2018 navazovaly na tendence určené minulými lety, tj. především stále se zvyšujícími teplotami a nedostatkem srážek po většinu vegetačního období. Nižší úhrny srážek jsou zaznamenávány již několik let po sobě, od roku 2014. Tento nedostatek se kromě případného snížení výnosů v závislosti na druhu pěstované plodiny projevuje i v postupném vysušování krajiny a snižováním zásob půdní vláhly i zásob mělkých podzemních vod. Ve vegetačním období roku 2018 došlo k poměrně výraznému zvýšení průměrné teploty, oproti minulým letům se nárůst pohybuje kolem 2 °C (Litschmann et al. 2018). Hausvater & Doležal (2018) se také shodují, že průběh vegetace v roce 2018 byl i pro brambory do značné míry extrémní, ale také lokálně velmi rozdílný. Podmínky pro vývoj porostů brambor v bramborářských oblastech byly příznivé do konce června, dále pak nastoupil přísušek lokálně přerušovaný srážkami různé intenzity, většina porostů ale trpěla suchem, které v mnoha případech zcela ukončilo vegetaci.

Tab. 5: Průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek za rok 2018

Měsíc a rok	Datum	T e p l o t a				S r á ž k y				Měsíční		% srážek
		průměr denní	maximum	přízem. minima	počet dní s mrazem	součet mm	poč. dní se sráž.		teplot. normál °C	sráž. normál mm		
						do 5 mm	nad 5 mm					
Duben	1 - 10	9,2	21,9	- 2,6	5,0	11,5	3	1				
	11 - 20	12,9	27,5	1,0	0,0	13,3	1	2				
	21 - 30	14,3	27,7	- 0,6	1,0	1,4	4					
	1 - 30	12,1	27,7	- 2,6	6,0	26,2	8	3	7,4	33	79,4	
Květen	1 - 10	15,1	25,1	0,8	0,0	15,0	1	1				
	11 - 20	15,4	26,4	4,1	0,0	19,9	3	3				
	21 - 31	18,5	29,5	4,1	0,0	39,8	4	3				
	1 - 31	16,4	29,5	0,8	0,0	74,7	8	7	12,8	56	133,4	
Červen	1 - 10	20,2	28,7	9,2	0,0	29,5	7	1				
	11 - 20	18,0	28,8	8,6	0,0	17,4	4	1				
	21 - 30	16,0	30,0	6,0	0,0	13,7	5	1				
	1 - 30	18,1	30,0	6,0	0,0	60,6	16	3	15,8	68	89,1	
Červenec	1 - 10	18,5	30,8	1,3	0,0	14,1	2	1				
	11 - 20	19,4	29,9	7,4	0,0	5,1	4					
	21 - 31	23,0	35,5	10,6	0,0	17,5	3	2				
	1 - 31	20,4	35,5	1,3	0,0	36,7	9	3	17,6	80	45,9	
Srpen	1 - 10	23,7	35,3	9,6	0,0	11,1	6					
	11 - 20	20,4	32,6	5,0	0,0	2,7	1					
	21 - 31	18,0	32,0	1,6	0,0	15,5	6					
	1 - 31	20,6	35,3	1,6	0,0	29,3	13		17,1	70	41,9	
Září	1 - 10	15,9	26,3	5,9	0,0	45,6	2	4				
	11 - 20	16,0	28,6	3,8	0,0	3,4	2					
	21 - 30	10,0	28,0	- 3,7	4,0	16,0	3	1				
	1 - 30	14,0	28,6	- 3,7	4,0	65,0	7	5	12,9	44	147,7	

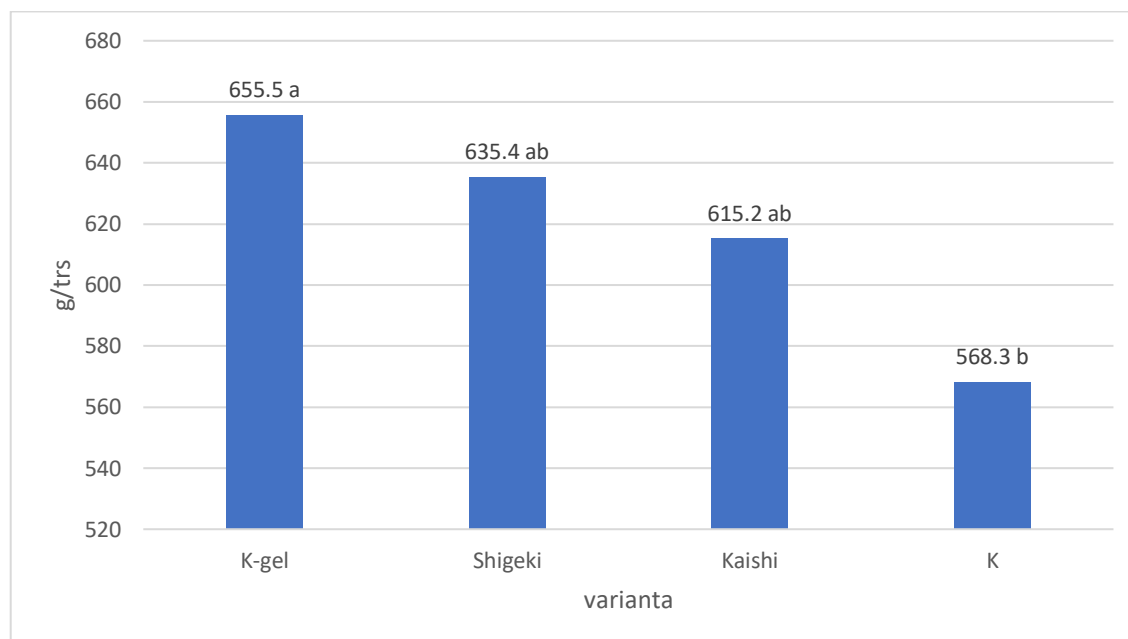
4.8 Statistické zhodnocení výsledků

Hodnoty pokusu jsem vložil do programu Excel a dále byly statisticky zpracovány na katedře rostlinné výroby metodou GLM (general linear model), jako analýzu roztptylu ANOVA a podrobněji vyhodnoceny Tukeyho testem ve statistickém programu SAS 9.4. Výsledky z počítačového zpracování jsem uspořádal do tabulek a grafů a s komentářem jsem je prezentoval v kapitole Výsledky.

5 Výsledky

5.1 Vliv pokusných variant na výnos

5.1.1 Průměrná hmotnost hlíz pod jedním trsem

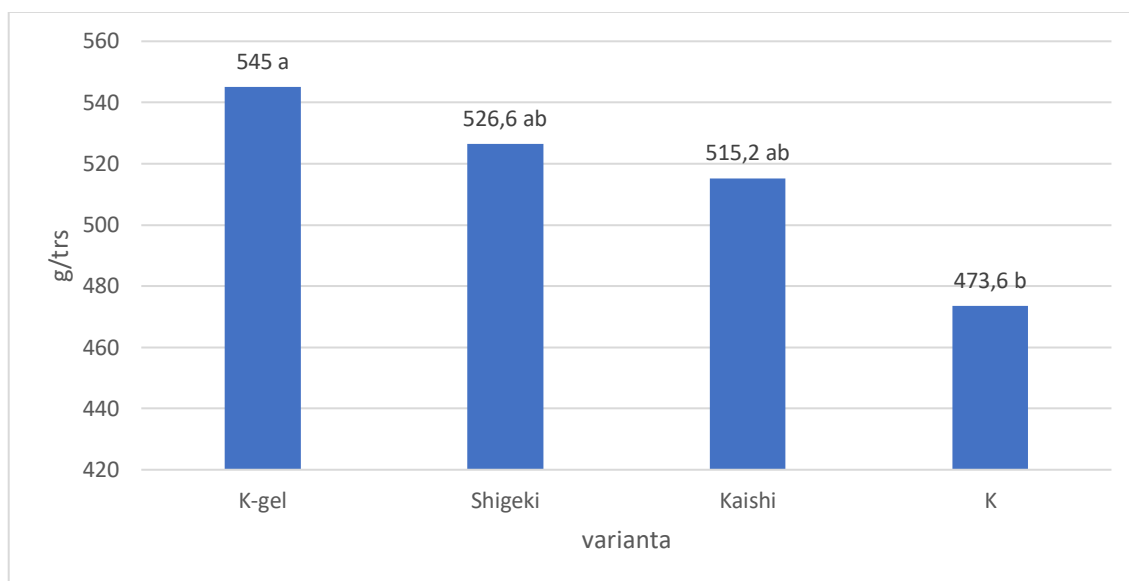


HSD = 72,037 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 1 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost hlíz v gramech pod jedním trsem, průměr tří odrůd a tří opakování

Přípravky byly aplikovány 27.5., 10.6., 22.6. 2018 zádovým postřikovačem. Z grafu č. 1 je patrné, že v průměru odrůd Antonia, Anuschka a Red Sonia dosáhla nejvyšší průměrné hmotnosti varianta s přípravkem K-gel, která měla průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem o 15,34 % vyšší oproti kontrole. Rozdíl uvedené varianty proti kontrole byl statisticky průkazný, ale rozdíly proti dalším dvěma pokusným variantám s přípravky Kaishi a Shigeki nepřesáhly hranici průkaznosti. V případě přípravků Kaishi a Shigeki byla rovněž zjištěna vyšší hmotnost hlíz pod trsem proti kontrole (o 11,81 % a 4,93 %), ale jednalo se o trend, protože rozdíly byly statisticky neprůkazné.

5.1.2 Průměrná hmotnost tržních hlíz pod jedním trsem

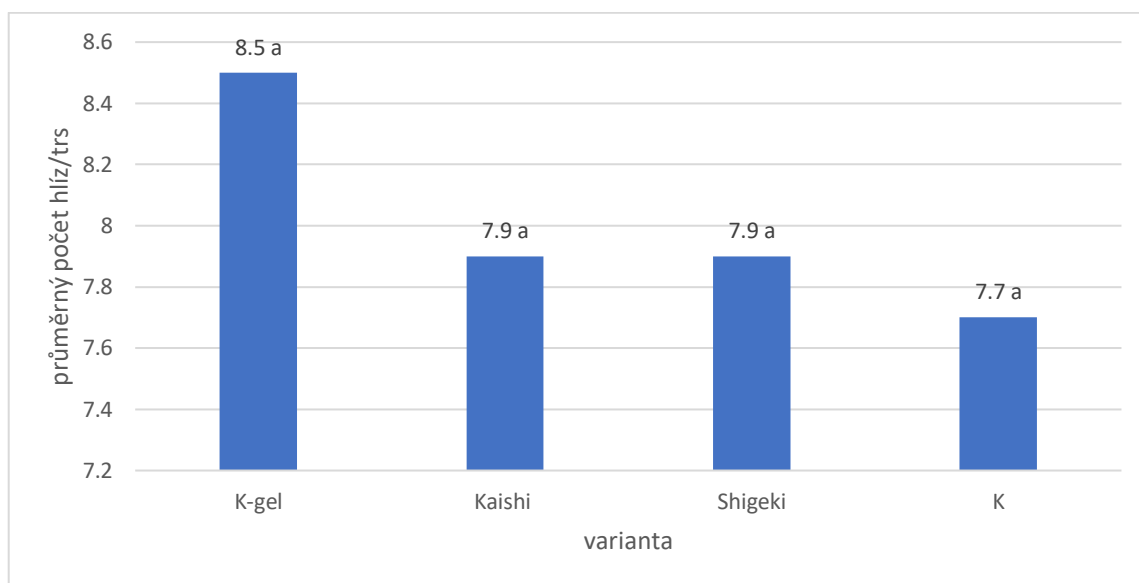


HSD = 65,657 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 2 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost tržních hlíz v gramech pod jedním trsem, průměr tří odrůd

Dle statistického hodnocení je patrné, že z hlediska hmotnosti tržních hlíz pod trsem jsou relace mezi variantami podobné jako v případě celkové hmotnosti hlíz pod trsem. V průměru odrůd Antonia, Anuschka a Red Sonia dosáhla nejvyšší hmotnosti tržních hlíz pod jedním trsem opět varianta s přípravkem K-gel. Z grafu č. 2 je patrné, že přípravek K-gel má průměrnou tržních hlíz pod jedním trsem o 15 % vyšší oproti kontrole, varianta s přípravkem Shigeki o 11,2 % a varianta s přípravkem Kaishi o 8,8 % vyšší, než byla kontrola. Statisticky průkazný byl však pouze rozdíl mezi variantou s přípravkem K-gel a kontrolou.

5.1.3 Průměrný počet hlíz pod jedním trsem

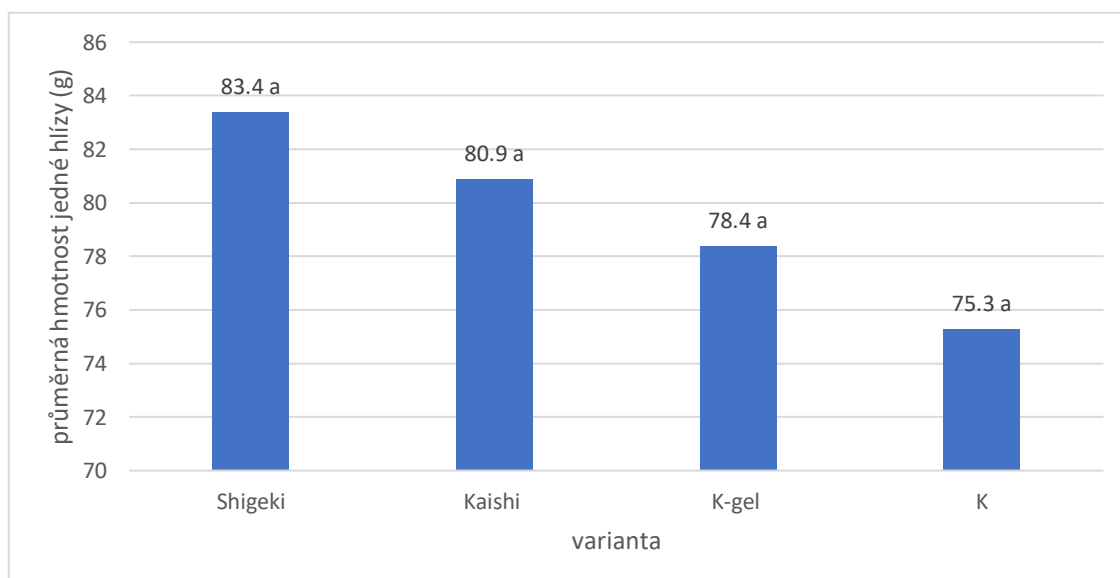


HSD = 0,9839 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 3 Vliv varianty hnojení na průměrný počet hlíz pod jedním trsem, průměr tří odrůd

Nejvyšší průměrný počet hlíz pod jedním trsem měla podle statistického hodnocení varianta s přípravkem K-gel průměrným počtem 8,5 hlíz pod jedním trsem. Varianty s přípravky Kaishi a Schigeki měly shodný počet hlíz 7,9 hlíz pod jedním trsem. (graf 3). Rozdíly mezi všemi třemi přípravky byly statisticky neprůkazné.

5.1.4 Průměrná hmotnost jedné hlízy

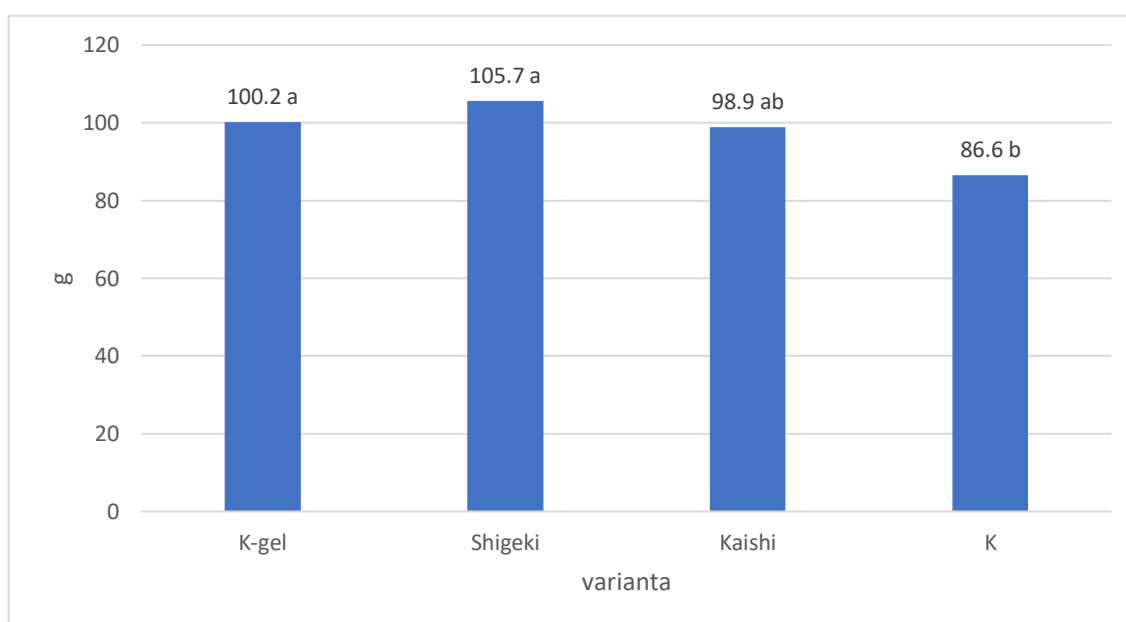


HSD=9,6578 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 4 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost jedné hlízy v gramech, průměr tří odrůd

Z hlediska uvedeného ukazatele byly nejlépe hodnoceny varianty Shigeki, která měla průměrnou hmotnost jedné hlízy 83,4 g, druhou nejlepší variantou byla varianta s přípravkem Kashi, která dosahovala průměrné hmotnosti jedné hlízy 80,9 g. Varianta s přípravkem K-gel měla průměrnou hmotnost jedné hlízy 78,4 gramu. Podle statistického hodnocení je patrné, že nejvyšší průměrné hmotnosti dosáhla varianta s přípravkem Shigeki, ale jednalo se pouze o trend, protože průměrné rozdíly proti variantám Kaishi a K-gel byly statisticky neprůkazné.

5.1.5 Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy

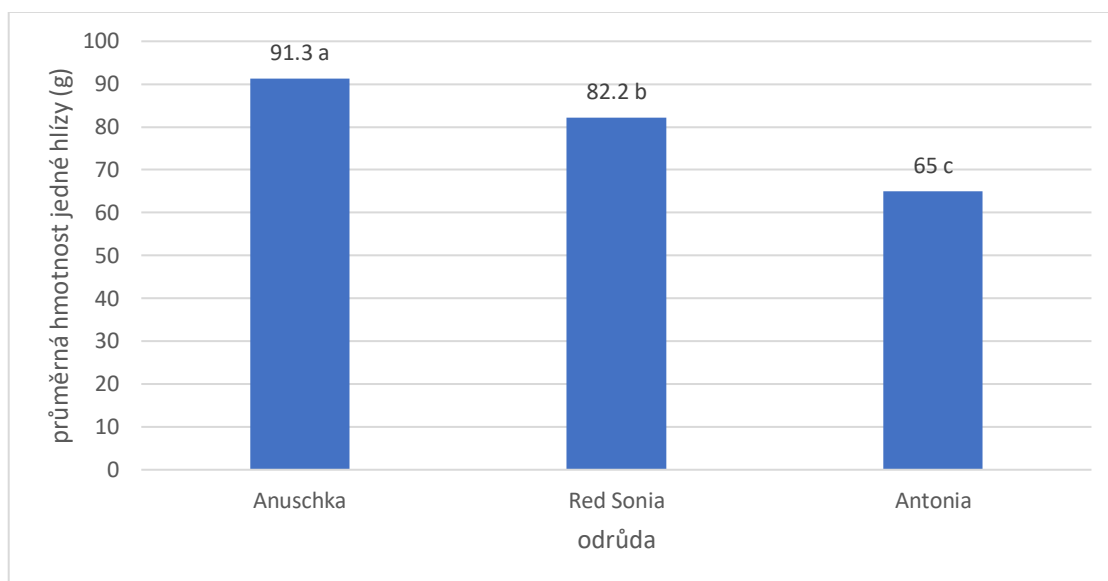


HSD = 12,993 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 5 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy v gramech, průměr tří odrůd

Z hlediska uvedeného ukazatele byly nejlépe hodnoceny varianty Shigeki, která měla průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy 105,7 g, druhou nejlepší variantou byla varianta s přípravkem K-gel, která dosahovala průměrné hmotnosti jedné tržní hlízy 100,2 g. (graf 5). U obou těchto variant byl rozdíl v průměru hmotnosti tržní hlízy statisticky průkazný proti kontrole, zatímco u varianty s přípravkem Kaishi byl rozdíl neprůkazný.

5.1.6 Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy

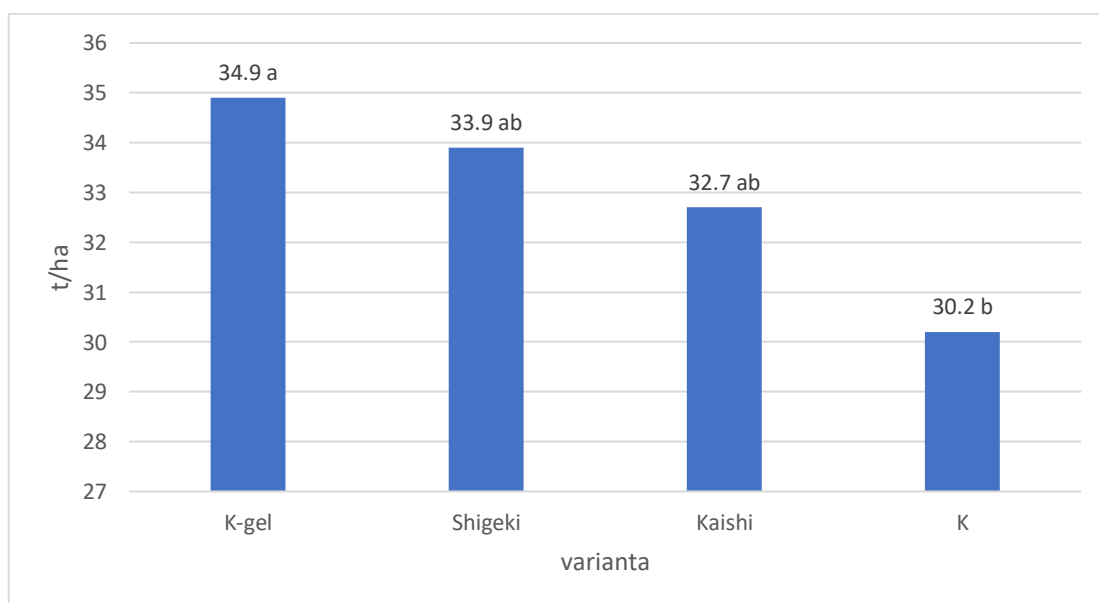


HSD=7,5908 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 6 Vliv varianty odrůdy na průměrnou hmotnost jedné hlízy v gramech, průměr tří odrůd

Z výsledků je patrný průkazný vliv genotypu odrůdy na průměrnou hmotnost jedné hlízy. Nejvyšší průměrnou hmotnost jedné hlízy měla podle statistického hodnocení odrůda Anuschka s průměrnou hmotností jedné hlízy 91,3 gramu. Odrůda Red Sonia byla jako druhá s průměrnou hmotností jedné hlízy 82,2 gramu. Odrůda Antonia měla nejnižší průměrnou hmotnost jedné hlízy 65 gramů. Rozdíly mezi odrůdami Anuschka, Red Sonia a Antonia jsou statisticky průkazné.

5.1.7 Celkový výnos hlíz z jednoho hektaru



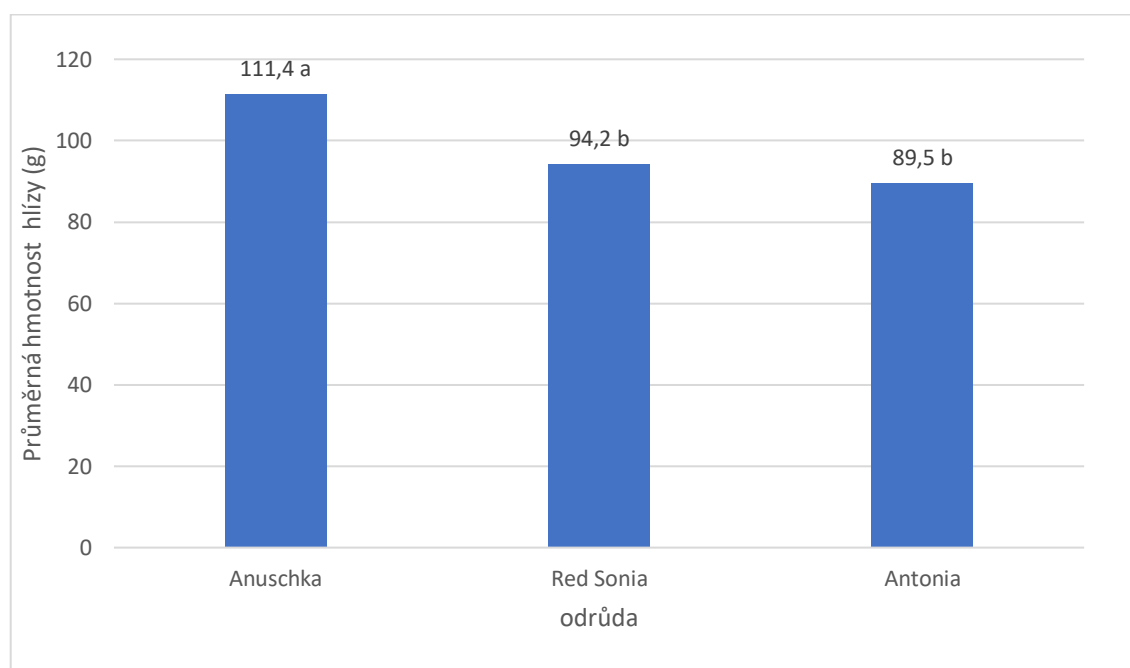
HSD = 3,8406 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 7 Vliv varianty hnojení na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru v (t/ha), průměr tří odrůd

Hektarový výnos se pohyboval v rozmezí od 30,2 do 34,9 t/ha. Dle statistického hodnocení je patrné, že v průměru odrůd Antonia, Anuschka a Red Sonia dosáhla nejvyššího výnosu varianta s přípravkem K-gel s výnosem 34,9 t/ha. Tato varianta měla o 15,56 % vyšší výnos než kontrola. Druhou nejlépe hodnocenou variantou byla varianta s přípravkem Shigeki, která měla o 12,25 % vyšší výnos oproti kontrolě. Z pokusných variant nejvíce v celkovém výnosu zaostala varianta v přípravkem Kaishi, která měla o 8,28 % vyšší výnos než kontrola. (graf 7).

5.2 Vliv genotypu odrůdy na výnos

5.2.1 Průměrná hmotnost jedné tržní hlízy



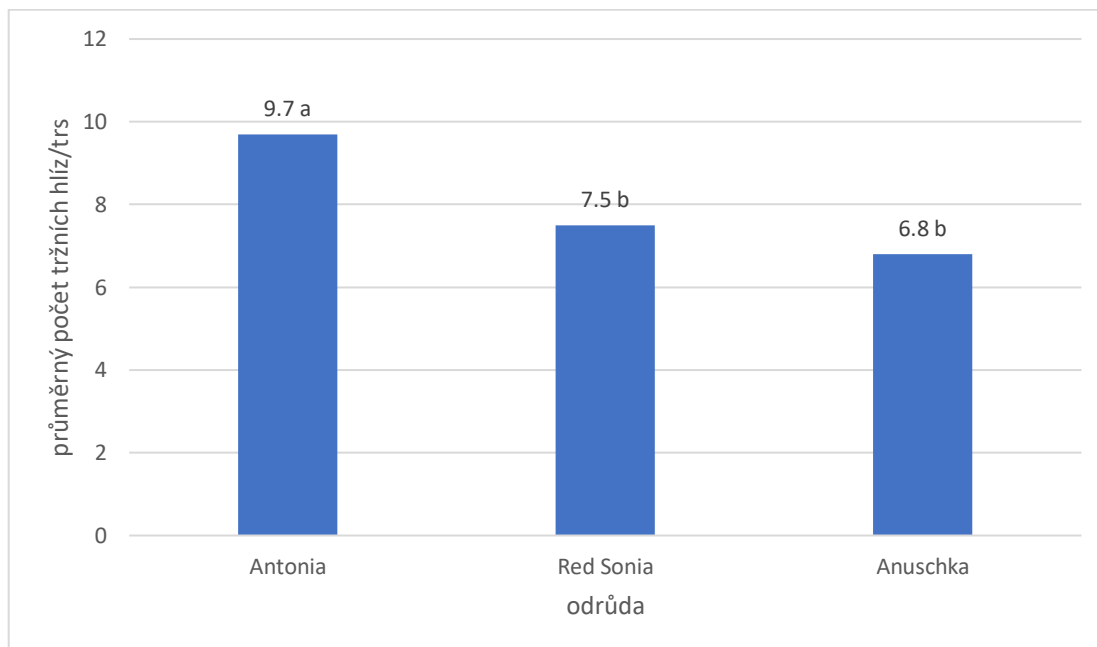
HSD = 10,208 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 8 Vliv odrůdy na průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy v g, průměr všech pokusných variant

Podle statistického hodnocení je patrné, že nejvyšší průměrné hmotnosti jedné tržní hlízy dosáhla odrůda Anuschka s průměrnou hmotností jedné tržní hlízy 111,4 gramů. Odrůda Red Sonia měla průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy 94,2 g, nejnižší průměrnou hmotnost měla

odrůda Antonia. (graf 8). Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny pouze mezi odrůdami Anuschka a ostatními dvěma odrůdami.

5.2.2 Průměrný počet hlíz pod jedním trsem

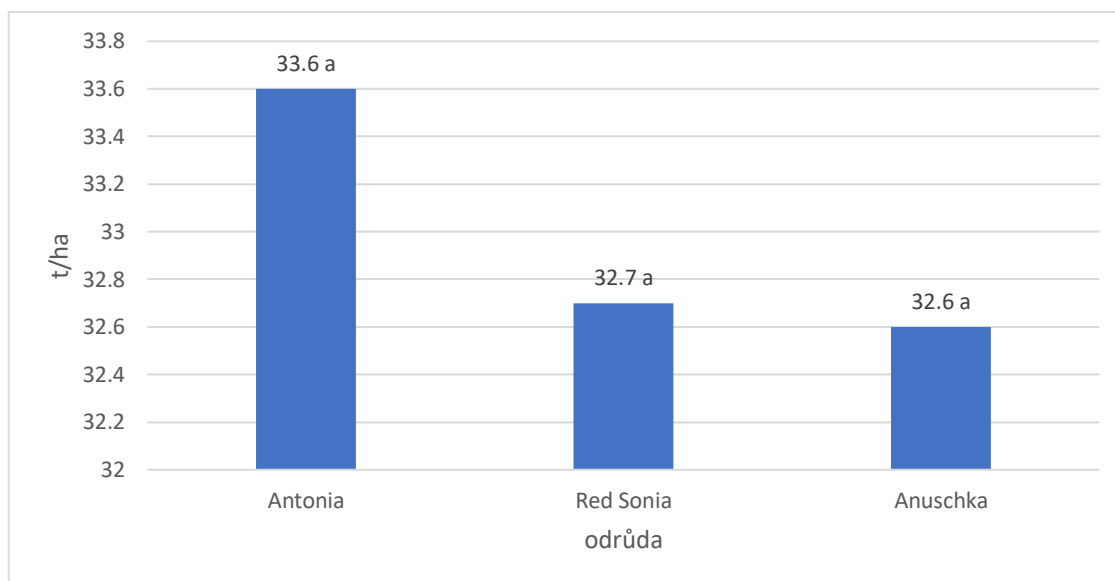


HSD = 0,7733 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 9 Vliv odrůdy na průměrný počet hlíz pod jedním trsem, průměr všech pokusných variant

Z výsledků je patrný průkazný vliv genotypu odrůdy na počet hlíz pod jedním trsem. Nejvyšší průměrný počet hlíz měla podle statistického hodnocení odrůda Antonia průměrným počtem 9,7 hlíz pod jedním trsem, která se v tomto ukazateli průkazně odlišila od ostatních odrůd. Odrůda Red Sonia byla jako druhá s průměrným počtem tržních hlíz 7,5 a třetí byla odrůda Anuschka s průměrným počtem tržních hlíz 6,8. (graf 9). Rozdíly mezi odrůdami Red Sonia a Anuschka již byly statisticky neprůkazné.

5.2.3 Celkový výnos hlíz z jednoho hektaru

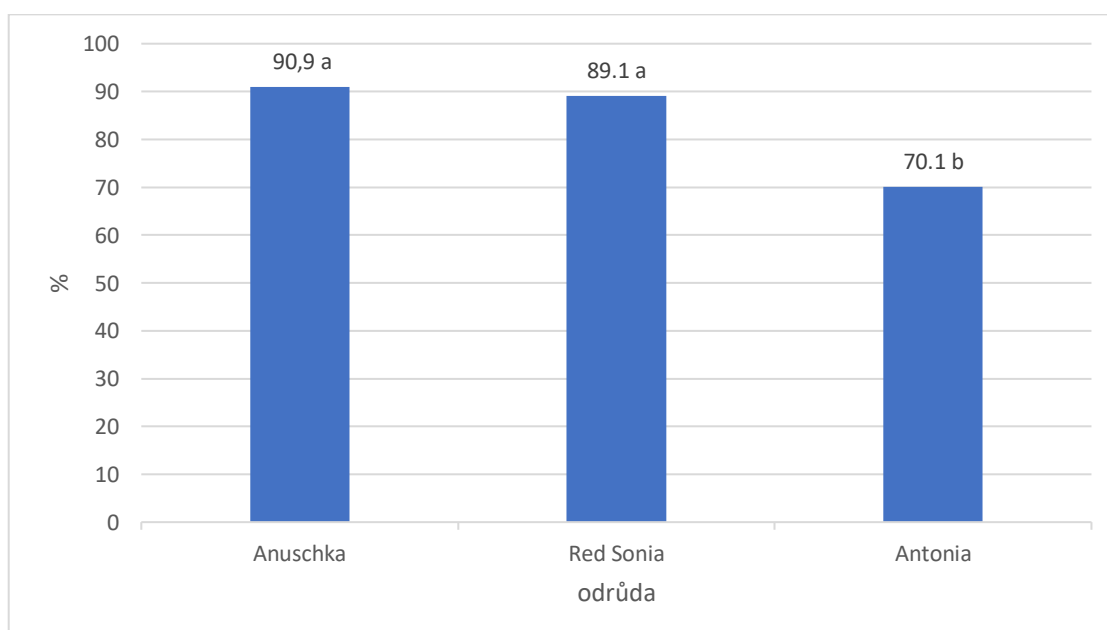


HSD = 3,0186 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 10 Vliv odrůdy na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru, průměr všech pokusných variant

Podle statistického hodnocení je patrné, že nejvyššího výnosu dosáhla odrůda Antonia, ale jednalo se pouze o trend, protože výnosové rozdíly proti odrůdám Red Sonia a Anuschka byly statisticky neprůkazné. (graf 10).

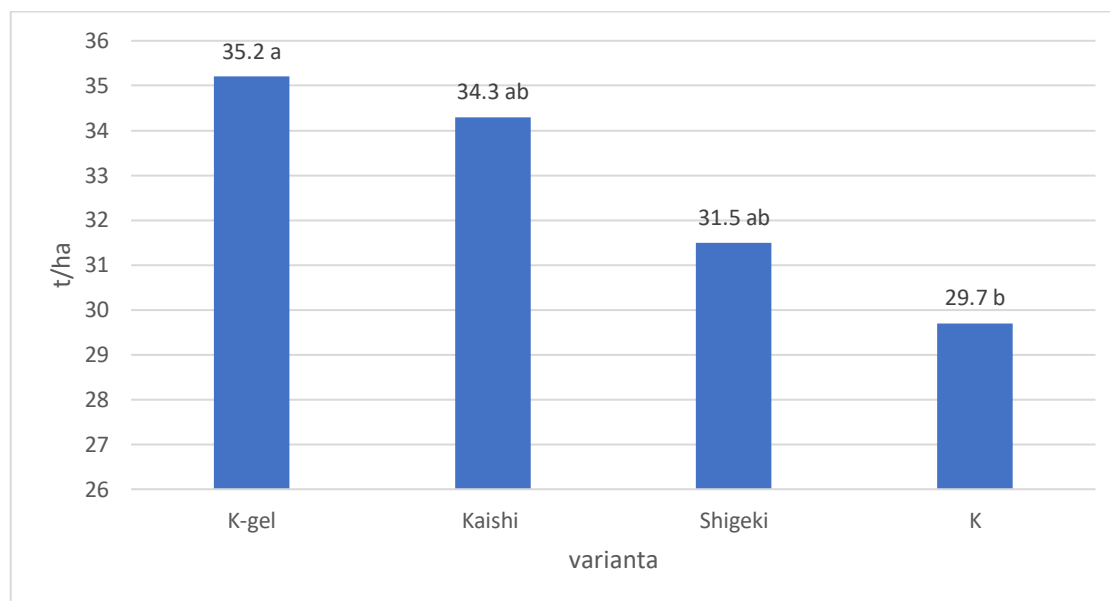
5.2.4 Tržní výtěžnost



HSD = 3,5258 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 11 Vliv odrůdy na tržní výtěžnost hlíz v %

Podle statistického hodnocení je patrné, že nejvyšší tržní výtěžnost hlíz měla odrůda Anuschka a to 90,9 %. Druhá byla odrůda Red Sonia, která měla tržní výtěžnost 89,1 %. Třetí byla odrůda Antonia, která měla téměř o 20 % nižší tržní výtěžnost oproti předchozím dvěma odrůdám. (graf 11).



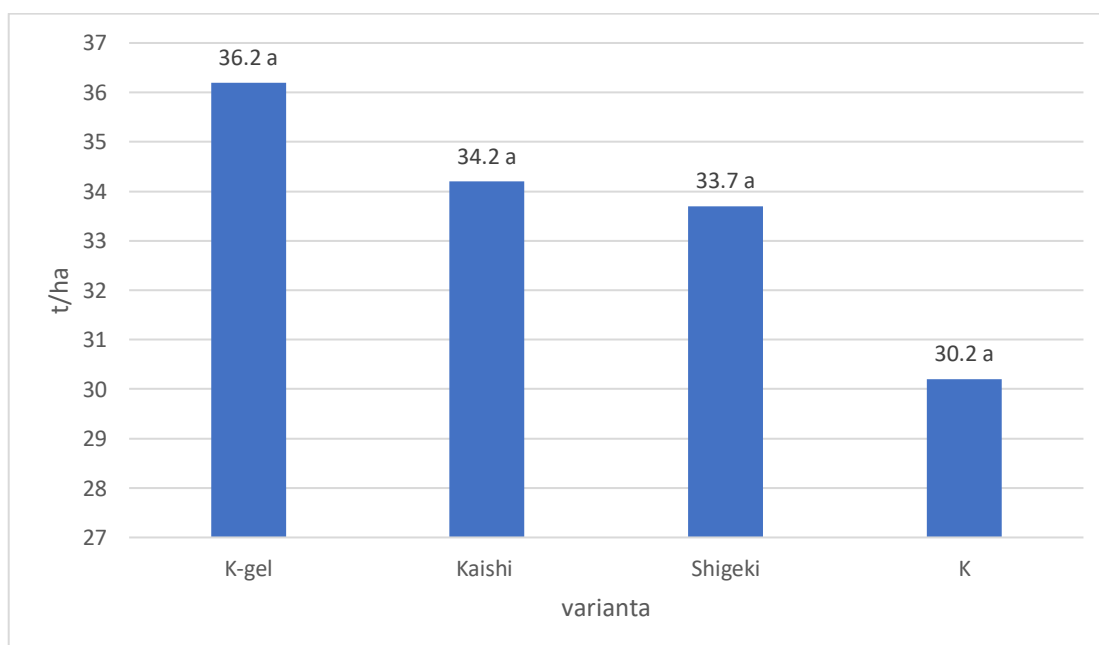
HSD = 5,0209 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 12 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Red Sonia

Podle statistického hodnocení je patrné, že nejvyššího výnosu u odrůdy Red Sonia dosahovala varianta s přípravkem K-gel, která měla o 18,52 % vyšší výnos oproti kontrole, rozdíl byl statisticky průkazný. Druhá nejlepší byla varianta s přípravkem Kaishi, která měla o 15,49 % vyšší výnos než kontrola. Nejvíce z pokusných variant v celkovém výnosu zaostala varianta v přípravkem Shigeki, která měla o 6,1 % vyšší výnos než kontrola. (graf 12). V případě vyšších dosažených výnosů u variant s přípravky Kaishi a Shigeki proti kontrole se jednalo pouze o trend, neboť výnosové rozdíly proti kontrole byly statisticky neprůkazné.



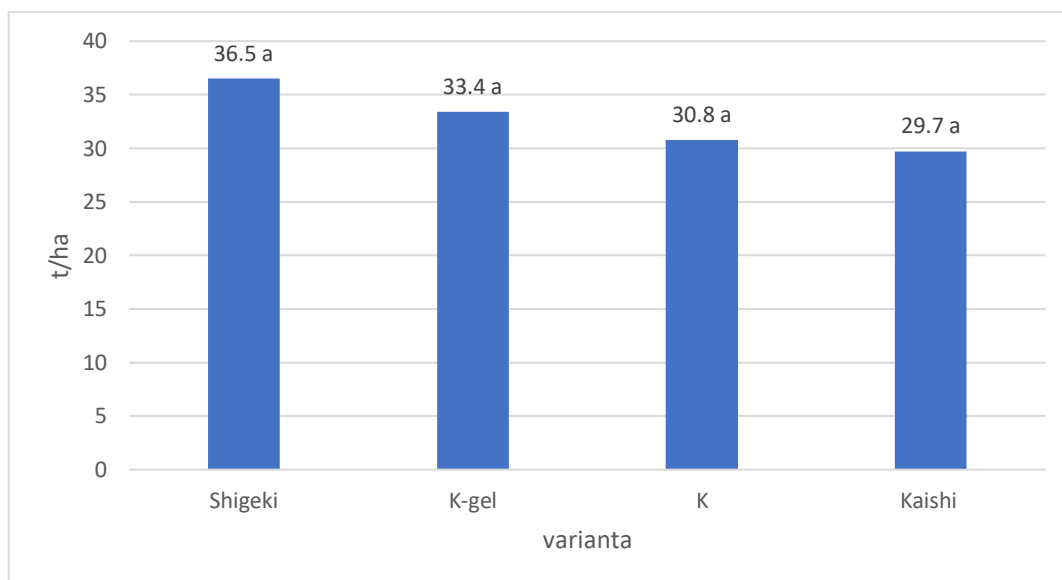
Obr. 1 hlízy odrůdy Red Sonia pod jedním trsem



HSD = 8,7398 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 13 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Antonia

Podle statistického hodnocení z hlediska vlivu varianty hnojení na výnos je patrné, že u odrůdy Anuschka a Antonia vyšel pokus vyšel neprůkazně. Je zde nepatrné zvýšení výnosu u varianty s přípravkem Kaishi a Shigeki. Průměrný výnos se u pokusných variant pohyboval v rozmezí od 33,7 t/ha do 36,2 t/ha. Hnojení listovým hnojivem K-gel a přípravky Kaishi a Shigeki výnos hlíz průkazně neovlivnilo. (graf 13,14).



MSD = 7,7276 (Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf 14 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Anuschka



Obr. 2 hlízy odrůdy Anuschka pod jedním trsem

6 Diskuze

V této kapitole jsem provedl porovnání dosažených výsledků s údaji v odborné literatuře a vyjádřil jsem vlastní názory na poznatky z výsledkové části.

V posledních letech se na trhu objevuje velký počet nových přípravků označených jako stimulatory růstu a listová hnojiva. Každý výrobce garantuje pozitivní působení daného přípravku na rostliny působením přírodních látek, nebo dané účinné látky. Jednotlivé přípravky mají různá složení. Dle výrobců by tyto pomocné přípravky měly zlepšovat zdravotní stav rostlin, podporovat jejich přirozené funkce jako je příjem živin a fotosyntéza a umožňují rostlinám lépe snášet stresové faktory, které na ně po celou dobu vegetace působí. Výrobci těchto přípravků také uvádějí, že případná aplikace v nesprávný termín či při nepříznivé vývojové fázi rostliny by neměla výsledný výnos negativně ovlivnit. Bezdíčková (2013) se zmiňuje, že je tato domněnka chybná. Je třeba znát detailně působení přípravků, jejich působení ve fyziologii rostlin a správně aplikace zařadit do pěstitelských technologií, aby byla aplikace těchto přípravků opravdovým přínosem.

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku zkoumání účinnosti tří vybraných přípravků, které by měly mít vliv na tvorbu výnosu brambor. Sledovanými přípravky byly Kaishi, Shigeki a K-gel. Kaishi je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje aminokyseliny rostlinného původu. Přípravek Shigeki obsahuje makro a mikroprvky v chelátové formě a výtazek z mořských řas. Listové hnojivo K-gel obsahuje draslík a síru určené pro mimokořenovou výživu.

Z výsledků, které jsou uvedené v předchozí části práce se ukázal nejprospěšnější přípravek K-gel, jehož aplikace průkazně zvýšila průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem a celkový výnos hlíz z hektaru o 15,56 % proti neošetřené kontrolní variantě. U odrůdy Red Sonia vyšlo, že přípravek K-gel měl pozitivní vliv na výnos této odrůdy (o 18,52 % vyšší výnos oproti kontrole). Mráz (2016) uvádí, že v roce 2015 se prováděl pokus s přípravkem K-gel na sladovníckém ječmeni. Aplikace K-gelu na list byla prověřena víceletými pokusy a prokázala pozitivní vliv na výnos i kvalitu zrna sladovníckého ječmene. Významné je, že navýšení výnosu se projevilo v každém ročníku, a to dokonce i v suchém roce 2015, kdy bylo dosaženo celkově velmi vysoké výnosové úrovně. Zvýšení výnosu se pohybovalo od 0,17 do 0,59 t/ha (2,1 až 7,6 %).

Red Sonia jako jediná ze tří odrůd pozitivně reagovala svým výnosem na aplikaci přípravku K-gel. Nabízí se vysvětlení, že každá z odrůd má odlišnou dynamiku tvorby výnosu, která právě u odrůdy Red Sonia umožnila v povětrnostních podmínkách vegetačního období 2018 využití výnosového efektu přípravku K-gel. Tento můj názor je v souladu s autory Hausvater & Doležal (2018) kteří uvádějí, že průběh vegetace v roce 2018 byl i pro brambory do značné míry extrémní, ale také lokálně velmi rozdílný. Podmínky pro vývoj porostů brambor v bramborářských oblastech byly příznivé do konce června, dále pak nastoupil přísušek lokálně přerušovaný srážkami různé intenzity, většina porostů ale trpěla suchem, které v mnoha případech zcela ukončilo vegetaci. To vysvětluje celkově nízký výnos. Zvolánek (2015) popisuje, že v roce 2015 byly založeny demonstrační pokusy v Havlíčkově Borové, kde měla mimo jiné také pokusy založeny firma Europlant s.r.o. Dodává, že velkým problémem byl

v daném roce také nedostatek srážek jako v roce 2018. To se negativně projevilo zejména u raných odrůd. Většina z nich byla již bez listové plochy tak jako tomu bylo v mém poloprovozním pokusu. Skutečnost se projevila také na výnosu. Z toho lze konstatovat, že odrůda Red Sonia je velmi raná odrůda a měla na tvorbu nasazování hlíz optimální množství srážek. U odrůdy Anuschka a Antonia vyšel pokus na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru neprůkazně. To lze chápat, že v období během vegetace, kdy hlíza brambor potřebuje vodu pro nasazení nových hlíz byl deficit srážek. Odrůda Antonia je poloraná odrůda, tak lze říci, že vodu potřebovala v pozdějším období.

Rok 2018 byl specifický rok, co se týče srážek. Od počátku roku byl nedostatek vláhy a tento trend pokračoval i během vegetačního období brambor. Vokál et al. (2004) uvádí, že optimální množství srážek během měsíců června a července by měl být pro růst brambor 80 až 90 mm, ovšem během pokusu spadlo během těchto měsíců jen 60,6 a 36,7 mm vody. Tento ukazatel poukazuje, jak byl rok 2018 extrémně suchý.

Přípravek Shigeki měl pozitivní vliv na průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem, která byla po jeho aplikaci o 15,34 % vyšší oproti kontrole, ale jednalo se pouze o trend, protože výsledek byl neprůkazný. Tento přípravek však průkazně ovlivnil průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy, jež byla o 22,01 % vyšší oproti kontrole. Blunden & Wildgoose (1977) prováděli také výzkumy, které zkoumaly vliv aplikace rostlinného extraktu na výnos brambor, prokázaly nejen zvýšení výnosu tržního podílu hlíz, ale také poukázali na to, že za zvýšení výnosu zodpovídá nejpravděpodobněji právě obsah růstových látek – cytokininů.

Ve variantě hnojení na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru měl přípravek Shigeki o 12,25 % vyšší vliv na výnos oproti kontrole. Nejvyšší průměrný počet hlíz pod jedním trsem měla podle statistického hodnocení varianta s přípravkem K-gel průměrným počtem 8,5 hlíz pod jedním trsem. Varianty s přípravky Kaishi a Schigeki měly shodný počet hlíz 7,9 hlíz pod jedním trsem. Průměrný hektarový výnos v mém pokusu se pohyboval v rozmezí od 30,2 (kontrolní varianta) do 34,9 t/ha (přípravek K-gel), což považuji při přepočtu z malých parcel (vynásobením teoretickým počtem trsů na 1 ha podle sponu výsadby za výnos nízký.

Z výsledků je patrný průkazný vliv genotypu odrůdy na počet tržních hlíz pod jedním trsem. Odrůda Antonia měla průměrný počet tržních hlíz 9,7 z jednoho trsu, z čehož lze konstatovat, že tato odrůda nasazuje velký počet hlíz během vegetace. Dále vliv genotypu odrůdy na celkový výnos z jednoho hektaru mezi třemi odrůdami je neprůkazný. Vliv genotypu odrůdy měl dále průkazný vliv na tržní výtěžnost hlíz, kde odrůdy Anuschka a Red Sonia měly téměř o 20 % vyšší tržní výtěžnost hlíz než odrůda Antonia.

Přípravek Kaishi dosahoval dobrých výsledků u varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Red Sonia, kde měl o 15,49 % vyšší výnos oproti kontrole.

Pokus s pomocnými rostlinnými přípravky s obsahem biologicky aktivních látek (Energen Fulhum) u brambor prováděl též Diviš et al. (2017). Také hodnotili výnos hlíz z jednoho hektaru, průměrnou hmotnost hlíz a obsah škrobu. Pokusy prováděl na stanovišti Valečov a České Budějovice. Pokusnými odrůdami byla velmi raná odrůda Monika a poloraná odrůda Jolana. Odrůda Monika reagovala zvýšením výnosu hlíz pouze na stanovišti Valečov, naopak na stanovišti v Českých Budějovicích bylo dosaženo nižšího výnosu se srovnáním s kontrolou. Dosažené výsledky ukazují, že projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků je ovlivněn podmínkami stanoviště, průběhem počasí během vegetace a je zaznamenávána i rozdílná reakce zvolených odrůd na jejich aplikaci. Bylo prokázáno, že listovou aplikací

pomocných rostlinných přípravků je možné připravit rostliny na stresy, kterým je vystavena během vegetace.

Výsledky sledovaného roku byly ovlivněny řadou faktorů. Největší vliv na pokus mělo zřejmě počasí (teplota a srážky). Tyto faktory mohly ovlivnit výsledky, proto navrhuji, aby byl pokus zopakován v jiných letech, aby se prokázala účinnost hnojiv i v jiných povětrnostních podmínkách.

Z hlediska možnosti využití výsledků v zemědělské praxi se domnívám, že pokud budou ve víceletém sledování ověřované přípravky vykazovat alespoň v některých letech příznivý výnosový efekt (jako v roce 2018 přípravek K-gel), vyplatí se je používat. Náklady s tím spojené jsou totiž velmi malé (několik set Kč/ha), zatímco zvýšení výnosu tržních hlíz třeba jen o jednu tunu z hektaru bude představovat zvýšení tržeb o několik tisíc Kč/ha (v závislosti na aktuální ceně brambor). Např. 1 litr přípravku K-gel stojí podle ceníku Agra Group cca 70 Kč s DPH. Při aplikaci 4 l/ha představují náklady na přípravek 280 Kč/1 ha/1 aplikace. Zemědělské podniky dostávají běžně slevu kolem 30 %, po níž náklady činí cca 200 Kč na jedno použití (aplikuje se 1 - 4x). Náklady na aplikaci přípravku nevznikají, protože se aplikuje v TankMixu s přípravky na ochranu rostlin.

Podobně u přípravku Kaishi je v ceníku společnosti Agrofert pro rok 2019 uvedena cena 168 Kč/l. Při použití dávky 2 l/ha činí ceníková cena za přípravek 336 Kč/ha a opět lze počítat se slevou okolo 30 % pro zemědělské podniky, takže výsledná cena za jednu aplikaci činí cca 235 Kč/ha (aplikuje se 1 - 2x).

Přípravek Shigeki zatím není v ČR na trhu, proto cenu nelze propočítat, lze ale předpokládat, že se nebude řádově lišit od uvedených přípravků.

7 Závěr

V mé diplomové práci byl hodnocen, na základě výsledků polního pokusu v roce 2018 na vlastní rodinné farmě na jihozápadě České republiky, vliv tří vybraných pomocných přípravků s obsahem biologicky aktivních látek na tvorbu výnosu brambor. Jednalo se o použití přípravků Kaishi, Shigeki a K-gel. Pokus s odrůdami brambor Anuschka, Antonia a Red Sonia měl 4 opakování, výsledky byly statisticky zhodnoceny. Výnos, hmotnost hlíz a počet hlíz pod jedním trsem, výnos tržních hlíz a průměrná hmotnost jedné hlízy byl zjišťován odkopy deseti trsů z každého opakování. Odkop trsů odrůd Red Sonia a Anuschka byl proveden 20.8. 2018 a u odrůdy Antonia 1.9.2018. Pěstování probíhalo za běžného režimu v zemědělském podniku s konvenčním způsobem hospodaření. Z pokusných výsledků jsem dospěl k následujícím závěrům:

Ze tří ověřovaných přípravků dosahoval nejlepších výsledků přípravek K-gel, jehož aplikace průkazně zvýšila (v průměru tří pokusných odrůd) průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem a celkový výnos hlíz z jednoho hektaru o 15,56 % proti neošetřené kontrole. Stejný závěr platí u tohoto přípravku i pro průměrnou hmotnost tržních hlíz pod trsem a jejich hektarový výnos.

Po aplikaci přípravku Kaishi a Shigeki byla rovněž zjištěna vyšší hmotnost hlíz pod trsem a hektarový výnos proti kontrole (o 11,81 a 4,93 %), ale jednalo se pouze o trend – rozdíly mezi variantami byly statisticky neprůkazné.

Z hlediska struktury výnosu byl u všech tří ověřovaných přípravků zjištěn trend (neprůkazný rozdíl) k vyšší průměrné hmotnosti jedné hlízy v porovnání s kontrolou (nejvýraznější u přípravku Shigeki) a zároveň i trend k vyššímu průměrnému počtu hlíz pod trsem (zejména u přípravku K-gel).

Přípravky Shigeki (nejvýrazněji) a K-gel průkazně pozitivně ovlivnily průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy.

Nejmenší výnosový efekt z hodnocených přípravků je patrný v průměru výsledků tří odrůd u přípravku Kaishi, který ale dosáhl nadějného výsledku u odrůdy Red Sonia, kde měl o 15,59 % vyšší výnos proti kontrole.

Z porovnání tří pokusných odrůd nebyl zjištěn průkazný vliv odrůdy na celkový výnos hlíz, ale ukázalo se, že odrůdy Anuschka a Red Sonia měly téměř o 20 % vyšší výtěžnost tržních hlíz než odrůda Antonia. Zřejmě to souvisí s vyšším nasazeným počtem hlíz odrůdy Antonia pod jedním trsem (průkazný rozdíl proti odrůdám Anuschka a Red Sonia), které v suchém vegetačním období roku 2018 zůstaly drobnější.

Hektarový výnos se pohyboval v rozmezí od 30,2 do 34,9 t/ha. Průběh roku 2018 byl pro brambory extrémní a také velmi rozdílný. Podmínky pro vývoj porostů brambor v bramborářských oblastech byly příznivé do konce června, dále pak nastoupil přísušek lokálně přerušovaný srážkami různé intenzity, většina porostů ale trpěla suchem, které v mnoha případech zcela ukončilo vegetaci. To vysvětluje celkově nízký výnos

Lze konstatovat, že projev listové aplikace pomocných rostlinných přípravků je ovlivněn podmínkami stanoviště, průběhem počasí během vegetace. Dále je patrná i rozdílná reakce zvolených odrůd Auschka, Antonia a Red Sonia na aplikaci těchto přípravků.

Závěrem bych chtěl říci, že pokus je pouze jednoletý a jeho výsledky nelze proto zobecňovat. Doporučuji proto pokračovat v pokusu i v dalších letech.

Z hlediska možnosti využití výsledků z zemědělské praxe se domnívám, že pokud budou ve víceletém sledování ověřované přípravky vykazovat alespoň v některých letech příznivý výnosový efekt (jako v roce 2018 K-gel), vyplatí se je používat, protože náklady s tím spojené jsou velmi nízké (několik set Kč/ha), zatímco zvýšení výnosu tržních hlíz třeba o 1 t/ha bude představovat zvýšení tržeb o několik tisíc Kč/ha (v závislosti na aktuální ceně brambor).

8 Seznam literatury

Agrobiosfer. 2013. Agrobiosfer s.r.o, Brno.

Allison MF, Fowler JH, Allen EJ. 2001. Effects of soil and foliar-applied phosphorus fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. *Journal of Agricultural Science* **137**:379-395.

Baier J. 1996. Zájem o listová hnojiva stoupá. *Úroda* **12**:35-36

Baier J, Baierová V. 1985. *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Baierová V. 2002. Proč je důležité hnojení draslíkem. *Zemědělec* **10**:16.

Baierová V. 2003. Listová výživa pomáhá zemědělcům. *Farmář* **5**:20-21.

Bezdíčková A. 2013. Možnosti uplatnění biostimulátorů v technologii pěstování obilnin. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin* **8**:90-92.

Bhokal A, Nicholson FA, Chambers BJ. 2009. Organic carbon additions: effects on soil biophysical and physico-chemical properties. *European Journal of Soil Science* **60**:276-286.

Bittner K. et al. 1988. *Industriemässige Produktion von Kartoffeln*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Blunden G, Wildgoose PB. 1977. The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields, *Journal of the Science of Food and Agriculture* **28**:121–125.

Čepl J. 2004. Výživa a hnojení. Pages 58-74 in Vokál B. et al. *Pěstování brambor*. Agrospoj, Praha.

Čepl J, Fér J. 2004. Základní agrotechnika. Pages 48-56 in Vokál B. et al. *Pěstování brambor*. Agrospoj, Praha.

Čepl J, Kasal P. 2004. Použití hnojiv v období vegetace. *Novinky v pěstování brambor* **3**:11-12.

Čepl J. 2005. *Hnojení brambor*. VÚB Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Čepl J, Čížek M, Doležal P, Domkářová J, Hamouz K, Hausvater E, Kasal P, Lachman J, Rasocha V, Urbancová M, Vokál B. 2009. *Konzumní brambory*. Výzkumný ústav bramborařský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Čepl J, Kasal P, Vokál B. 2010. *Hnojení brambor*. VÚB Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Černý V. et al. 1982. Základy intenzivní rostlinné výroby. Praha.

Domkářová J, Vokál B, Čermák V. 2012. Závislost mezi obsahem škrobu v hlízách a stolní hodnotou vybraných odrůd brambor. Vědecké práce 20 – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod. **20**:79-90.

Dordas Ch. 2009 Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtum*). Industrial crops and products **29**:599–608.

Delleman J. 2011. Calcium deficiency has a major impact on yield. Potato World Magazine **3**:22-23.

Dhargakalar K, Pereira N. 2005. Seaweed: Promising Plant of the Millennium, Science and Culture. **71**:60-66.

Diviš J. 2002. Výsledky foliární výživy u brambor. Zemědělec **10**:18.

Diviš J. 2009. Aplikace foliárních hnojiv u odrůd Adéla a Ditta. Bramborářství **17**:9-10.

Diviš J, Bárta J, Bártová V. 2017. Listová aplikace látek s cílem zvýšit odolnost brambor k suchu. Úroda **65**:55-56.

Dostálek P. 2000. Brambory. Bulletin ekologického zemědělství, Praha.

Ekelöf J. 2014. Přidejme plyn, 10 kroků na cestě k 12 tunám. FS Grafiska, Malmö.

Elfrich R. 2011. Blattdüngung mit Magnesiumsulfat gegen Pflanzenstress. Kartoffelbau **62**:44-47.

Fageria NK, Barbosa M, Moreera A, Guimar CM. 2009. Foliar Fertilization of Crop Plants. Journal of Plant Nutrition **32**:1044-106.

Fernandez V, Sotiropoulos T, Brnawn P. 2013. Foliar Fertilization. Scientific Principles and Field Practices. IFA, Paris.

Grocholl J. 2008. Kartoffelbau, **59**:34-37.

Gröschl K. 2007. Düngung von Stärkekartoffeln. Kartoffelbau **58**:16-20.

Haberland R. 2007. Gezielte Blattspritzung mit Mikronährstoffen. Kartoffelbau **58**:182-185.

Haberland R. 2009. Mikronährstoffe gezielt und ausgewogen düngen. Kartoffelbau **60**:126-129.

Haider M. et al. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.), Impact of foliar application of seaweed extract

- on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). Soil and Environment **31**:157-162.
- Hamouz K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha.
- Hausvater E, Doležal P. 2018. Zdravotní stav brambor během vegetace v roce 2018. Farmář **24**:10-13.
- Hruška L. et al. 1974. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Jůzl M, Purkrábek J, Diviš J. 2000. Rostlinná výroba – III (okopaniny). MZLU v Brně, Brno.
- Jůzl M, Hlušek J, Čepl J, Elzner P, Čížek M. 2006. Zvyšování nutriční kvality brambor. Bramborářství **14**:8-9.
- Kartoffelbau. 2010. Kartoffeln effizient mit Blattdünger versorgen **61**:263.
- Kasal P. 2005. Výhody aplikace listových hnojiv. Zemědělec **13**:13.
- Kasal P, Čepl J. 2003. Agrotechnika a výživa porostů brambor během vegetace. Agromagazin **4**:42-44.
- Kasal P, Čepl J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor 2. vydání. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Růžek P, Kusá H, Čepl J. 2011. Efektivní způsoby aplikace minerálních dusíkatých hnojiv u brambor a jejich vliv na výnos hlíz. Vědecké práce – VÚB Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.
- Khan W. et al. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. J Plant Growth Regul **28**: 386–399.
- Köllsch E, Stöppler H. 1990. Kartoffeln im Landbau. KTBL, Darmstadt.
- Kuthan A. 2013. Aminokyseliny a stimulace polních plodin. Agromanuál **8**:80-81.
- Litschmann T, Doležal P, Hausvater E. 2018. Povětrnostní podmínky ve vegetačním období roku 2018 z hlediska pěstování brambor. Bramborářství **26**:6-8.
- Marschner H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants 3th Edition. Academic Press, London.
- Meier CP. 2013. Mikronährstoffe sichern den Erfolg. Kartoffeltrends Agrimedia, Clenze.
- Minx L, Diviš, J. 1994. Rostlinná výroba – III (okopaniny). Agronomická fakulta VŠZ v Praze, Praha.

- Míča B, Vokál B, Penk J. 1991. Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu 1. vydání. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.
- Míča B, Vokál B. 1997. Dusíkaté látky a jejich vztah ke kvalitě brambor. *Bramborářství* **4**:5-8.
- Mráz J. 2016. Aplikace draslíku na praporcový list. Sborník z konference „Dobrý začátek...jaký konec?“, 25. - 28. 1. 2016.
- Müller CH, Laughlin R, Christine P, Watson CJ. 2011. Effects of repeated fertilizer and cattle slurry applications over 38 years on N dynamics in a temperate grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry* **43**:1362-1371.
- Neeteson J. 1989. Assessment of fertilizer nitrogen requirement of potatoes and sugar beet. *Fertilizer Research* **12**:5-37.
- Pickny J, Grocholl J. 2003. 10 Jahre Unterfussdüngung. *Kartoffelbau* **54**:93-95.
- Pinhero R, Yada R. 2016. Postaharvest Storage of Potatoes. Pages 283-309 in Singh, J, Kaur L. *Advances in Potato Chemistry and Technology* 2.vydání, London.
- Petr J. et al. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin 1. vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Petr J. 1987. Počasí a výnosy 1. vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Petr J. 1989. Rukověť agronoma 1. vydání. SZN, Praha.
- Poggi V, Arcioni A, Filippini P. 2000. Foliar application of selenite and selenate to potato (*Solanum tuberosum*): Effect of a ligand agent on selenium content of tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **48**:474-475.
- Procházka S, Šebánek J. 1997. Regulátory rostlinného růstu. Praha: Academia, Praha.
- Psota V, Šebánek J. 1999. Za tajemstvím růstu rostlin 1. vydání. Praha.
- Reijs JW, Sonneveld MPW, Sørensen P, Schils RLM, Groot JCJ, Lantinga EA. 2007. Effects of different diets on utilization of nitrogen from cattle slurry applied to grassland on a sandy soil in The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **118**:65-79.
- Richter R, Hřivna L. 2004. Vliv výživy a hnojení na kvalitu okopanin. Pages 17-23 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha.
- Rühlicke G. 2013. Leistungsspritze mit Spurennährstoffen. *Kartoffelbau* **64**:34-37.
- Rybáček V. et al. 1988. *Brambory*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

- Smetanová M, Vítek B. 1996. K účinnosti listového hnojiva Campofort. Úroda **44**:24.
- Smith C. 1995. Evolution, history and technology. Cropproduction, New York.
- Svobodová A, Kasal P. 2017. Hnojení brambor během vegetace. Zemědělec **25**:22-24.
- Špaar D. 1999. Kartofel. učebno-praktičeskoe rukovodstvo po vyraščivaniju kartofelja. FUAinform, Minsk.
- Trčková M, Raimanová I, Svoboda P. 2009. Listová výživa obilnin. uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha, Praha.
- Trenkel ME. 2010. Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhanced Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association, Paris.
- Vaněk V. 2002. Výživa a hnojení polních a zahradních plodin 3. doplněné vydání. Profi Press, Praha.
- Vaněk V. et al. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha.
- Vaněk V. et al. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha
- Vaněk V, Balík J, Černý J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, Valenta J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia Praha, Praha.
- Venclová B. Letošní ročník je odrazem počasí. Zemědělec **26**:22.
- Verdaasdonk R. 2002. Die Rolle von Spurenelementen. Kartoffelbau **53**:308-310.
- Vokál B. 1994. Výživa brambor. Pages 91-93 in Minx L, Diviš J. Rostlinná výroba – III. (Okopaniny), skriptum. Agronomická fakulta VŠZ v Praze, katedra rostlinné výroby, Praha.
- Vokál B. 2000. Brambory. Agrospoj, Praha.
- Vokál B. 2001. Pěstitelské technologie jednotlivých užitkových směrů brambor. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Vokál B. et al. 2004. Technologie pěstování brambor. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Vokál B. et al. 2013. Brambory šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Vreugdenhil D. 2007. Potato Biology and Biotechnology. Advances and perspectives, Elsevier.

Zeidan M, Mohamed M, Hamouda H. 2010. Effect of Foliar Fertilization of Fe, Mn and Zn on Wheat Yield and Quality in Low Sandy Soils Fertility. *World Journal of Agricultural Sciences* 6:696–699.

Zvolánek J. 2015. Výsledky odrůdových pokusů v Havlíčkově Borové. *Bramborářství*. 24:1-5.

Žáček M, Major M, Žáček J, Křišťan F. 1968. Průmyslové brambory 2. vydání. Škrobárny, oborový podnik. Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Žižka J. 2011. Situační a výhledová zpráva brambory. Ministerstvo zemědělství v Praze, Praha.

Žižka J. 2018. Situační a výhledová zpráva brambory. Ministerstvo zemědělství v Praze, Praha.

Internetové zdroje

Mchugh, D. J. 2003. A guide to the seaweed industry [online]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003 [cit. 2016-01-23]. ISBN 92-510-4958-0. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e/y4765e0c.htm#bm12.1>

Trčková . Pomocné rostlinné přípravky v praxi. *Zemědělec* [online]. 2010 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1 Základní chemické složení hlíz bramboru

Tabulka 2 Volba dávky a koncentrace přípravku K-gel

Tabulka 3 Volba dávky a koncentrace přípravku Kaishi

Tabulka 4 Volba dávky a koncentrace přípravku Shigeki

Tabulka 5 Průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek za rok 2018

Graf 1 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost hlíz v gramech pod jedním trsem, průměr tří odrůd a tří opakování

Graf 2 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost tržních hlíz v gramech pod jedním trsem, průměr tří odrůd

Graf 3 Vliv varianty hnojení na průměrný počet hlíz pod jedním trsem, průměr tří odrůd

Graf 4 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost jedné hlízy v gramech, průměr tří odrůd

Graf 5 Vliv varianty hnojení na průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy v gramech, průměr tří odrůd

Graf 6 Vliv odrůdy na průměrnou hmotnost jedné hlízy v gramech, průměr všech pokusných variant

Graf 7 Vliv varianty hnojení na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru v (t/ha), průměr tří odrůd

Graf 8 Vliv odrůdy na průměrnou hmotnost jedné tržní hlízy v gramech, průměr všech pokusných variant

Graf 9 Vliv odrůdy na průměrný počet tržních hlíz pod jedním trsem, průměr všech pokusných variant

Graf 10 Vliv odrůdy na celkový výnos hlíz z jednoho hektaru, průměr všech pokusných variant

Graf 11 Vliv odrůdy na tržní výtěžnost hlíz v %

Graf 12 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Red Sonia

Graf 13 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Antonia

Graf 14 Vliv varianty hnojení na výnos z jednoho hektaru u odrůdy Anuschka