

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Stimulační účinky přírodních látek v moderních
přípravcích při pěstování brambor**

Diplomová práce

**Kamila Lopatová
Rozvoj venkovského prostoru**

Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Stimulační účinky přírodních látek v moderních přípravcích při pěstování brambor" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, vstřícnost a čas věnovaný odborným konzultacím. Velké poděkování patří také celé mé rodině a příteli, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Stimulační účinky přírodních látek v moderních přípravcích při pěstování brambor

Souhrn

Práce se věnuje stimulačním účinkům přírodních látek v moderních přípravcích při pěstování brambor. Podklady pro diplomovou práci byly získány z výsledků polního pokusu uskutečněného v roce 2021 na rodinné farmě v Poděvousích, okres Domažlice. V části literární rešerše je uvedena základní problematika týkající se stresových faktorů působících na rostliny brambor a na mimokořenový příjem živin s jejich významem a účinky. V neposlední řadě jsou uvedeny základní složky přírodních látek obsažené v pomocných rostlinných přípravcích.

Pokus byl proveden se třemi odrůdami, a to odrůdy Antonie, Vysočina a Dominika. K pozorování byla využita celá plocha odrůdy, přičemž se rozdělila na část kontrolní a dále na dvě části ošetřené přípravky PlantAktiv a Galleko. Pomocný přípravek PlantAktiv obsahuje především hořčík se sírou a podporuje hlavně stimulaci mineralizace a lepší příjem živin rostlinami. Hlavní složkou obsahu přípravku Galleko univerzál jsou huminové látky s důležitými mikroprvky a přípravku Galleko list jsou huminové látky, směs oligopeptidů a aminokyselin a výtažky z mořských řas. Pro každou variantu ošetření a kontrolu bylo vyměřeno pět opakování. Aplikace přípravků byla provedena zádovým postřikovačem. Během růstu vegetace byl sledován stav a vývoj porostu na jednotlivých variantách a ve třech termínech byl proveden sběr vrcholových listů k posouzení výživného stavu vegetace. Vlastní sklizeň byla provedena ze všech sklizňových parcel ručním odkopem, pak následovalo zjištění hmotnosti a zastoupení hlíz ve velikostních frakcích.

Výsledky polního pokusu ukázaly, že celkově největší vliv na rostliny bramboru měly přípravky z řady Galleko. Tyto přípravky nejlépe stimulovaly výživný stav porostu. Dále měly největší pozitivní vliv na tržní výtěžnost u odrůdy Vysočina a Antonie, přípravek PlantAktiv lépe účinkoval u odrůdy Dominika. U všech odrůd byl nalezen vyšší podíl větších hlíz (tj. frakcí 50-60 mm a nad 60 mm) u variant ošetřených právě přípravky Galleko a PlantAktiv. Zároveň je patrné, že u všech tří odrůd byl podíl odpadních hlíz největší u kontroly oproti variantám PlantAktiv a Galleko. Z porovnání tří pokusných odrůd byl zjištěn průkazný vliv odrůdy na tržní výtěžnost.

Při porovnání výsledků s ostatními pokusy týkajícími se pomocných rostlinných přípravků lze přijmout závěr, že projev a vliv přírodních látek závisel na průběhu počasí během vegetace, na podmínkách stanoviště i na výběru zvolených odrůd, které měly odlišné charakteristiky růstu a díky tomu i rozdílné reakce na ošetření.

Klíčová slova: biostimulace, ochrana, stres, brambory, výnos hlíz

Stimulatory effects of natural substances in the modern plant in potato cultivation

Summary

This thesis is focused on stimulating effects of natural substances in modern plant protection products in potato production. Data for this master thesis were gathered in field trial on a family farm in village Poděvousy in district Domažlice. The literature search presents the basic issues concerning the stress factors affecting potato plants and the leaf intake of nutrients with their importance and effects. Last but not least, the basic components of natural substances contained in plant auxiliaries are listed.

Field trial was held with 3 potato varieties – Antonie, Vysočina and Dominika. The whole area of the variety was used for observation, and it was divided into a control part and two parts treated with PlantAktiv and Galleko products. The auxiliary product PlantAktiv contains mainly magnesium with sulfur and mainly supports the stimulation of mineralization and better nutrient uptake by plants. The main components of Galleko univerzál are humic substances with important microelements and Galleko list are humic substances, a mixture of oligopeptides, amino acids and seaweed extracts. Five replicates were measured for each treatment and control variant. The products were applied with a knapsack sprayer. During the growth of vegetation, the condition and development of the stand on individual variants were monitored and the collection of top leaves was performed in three terms to assess the nutritional status of the vegetation. The actual harvest was carried out from all harvested plots by manual excavation, followed by determining the weight and proportion of tubers in size fractions.

The results of the field experiment showed that, overall, the products from the Galleko range had the greatest effect on potato plants. These products best stimulate the nutritional status of the stand. Furthermore, they had the greatest positive effect on the market yield for the Vysočina and Antonie varieties, PlantAktiv performed better for the Dominika variety. A higher proportion of larger tubers (ie fractions of 50-60 mm and over 60 mm) was found in all varieties in the variants treated with Galleko and PlantAktiv. At the same time it is evident that in all three varieties the share of waste tubers was the largest in the control compared to the PlantAktiv and Galleko variants. A comparison of the three experimental varieties revealed a significant effect of the variety on the market yield.

Comparing the results with other experiments on herbal preparations, it can be concluded that the exposure and influence of natural substances depended on the weather during the vegetation, on habitat conditions and on the selection of selected varieties that had different growth characteristics and therefore different responses to treatment.

Keywords: biostimulation, protection, stress, potatoes, tuber yield

Obsah

1 Úvod	10
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	11
3 Literární rešerše.....	12
3.1 Pěstování brambor	12
3.1.1 Pěstování brambor v České republice.....	12
3.1.2 Agrotechnika.....	12
3.1.3 Zásady hnojení brambor	13
3.1.3.1 Statková hnojiva	14
3.1.3.2 Minerální hnojiva	14
3.1.4 Výnosové prvky u brambor	14
3.2 Stres brambor.....	15
3.2.1 Stres abiotický	16
3.2.1.1 Sucho	16
3.2.1.2 Tepelný stres.....	17
3.2.1.3 Vodní stres.....	18
3.2.1.4 Mráz.....	18
3.2.1.5 Ozón	18
3.2.2 Stres biotický	18
3.2.2.1 Bakteriální choroby brambor.....	19
3.2.2.2 Houbové choroby brambor.....	19
3.2.2.3 Virové choroby brambor	19
3.2.2.4 Škůdci brambor	19
3.3 Příjem a využití živin	20
3.3.1 Faktory ovlivňující příjem živin	20
3.3.2 Mímokořenová výživa	21
3.4 Význam živin pro brambory	22
3.4.1 Nároky brambor na živiny	22
3.4.2 Dusík.....	23
3.4.3 Fosfor.....	24
3.4.4 Draslík.....	24
3.4.5 Hořčík	25
3.4.6 Vápník.....	26
3.4.7 Mikroelementy.....	27
3.5 Stimulační a protistresové přípravky.....	27

4	Metodika	30
4.1	Hospodaření rodinné farmy	30
4.2	Charakteristika pozemku	31
4.3	Použité odrůdy brambor	31
4.3.1	Antonia.....	31
4.3.2	Dominika	31
4.3.3	Vysočina	31
4.4	Charakteristika přípravků.....	32
4.4.1	PlantAktiv	32
4.4.2	Galleko univerzál	32
4.4.3	Galleko list.....	32
4.5	Agrotechnika pěstování	33
4.5.1	Přehled agrotechnických zásahů	33
4.5.2	Přehled aplikovaných postřiků.....	33
4.6	Meteorologické podmínky	34
4.7	Statistické zhodnocení výsledků.....	35
5	Výsledky	36
5.1	Posouzení výživného stavu porostu během pokusu.....	36
5.2	Vliv variant přípravků na výnos a velikostní frakce	38
5.2.1	Průměrný výnos hlíz z parcelky.....	38
5.2.2	Tržní výtěžnost hlíz – podíl hlíz konzumní velikosti	39
5.2.3	Přepočtený výnos konzumních hlíz (t/ha)	41
5.3	Vliv odrůdy na výnos hlíz	41
5.3.1	Průměrná hmotnost hlíz z parcelky	41
5.3.2	Tržní výtěžnost	42
5.3.3	Průměrná hmotnost hlíz pod jedním trsem	43
6	Diskuze	44
7	Závěr.....	46
8	Literatura.....	47

1 Úvod

Brambory jsou dle organizace pro výživu a zemědělství spojených národů na celosvětovém žebříčku čtvrtá nejdůležitější plodina po rýži, pšenici a kukuřici (Navarre & Pavěk 2014). Jedná se o významnou plodinu z hlediska jejich mnohostranného využití, ať jako potravina, krmivo pro hospodářská zvířata či surovina pro výrobu škrobu a lihu. V České republice se brambor označuje za nejvíce konzumovanou zeleninu s průměrnou roční spotřebou okolo 70 kg na obyvatele, a to i přesto, že soběstačnost České republiky v produkci konzumních brambor je pouhých 70-80 %. V současné době dochází ke snižování ploch osázených bramborami v zemědělském sektoru i v domácnostech. Pokles ploch do značné míry souvisí s ekonomickou náročností v pěstování brambor, dále s náročností na podmínky prostředí a v porovnání s ostatními tržními plodinami nestabilitou výroby.

Mezi základní faktory ovlivňující konkurenceschopnost pěstitelů brambor je výnos a kvalita hlíz. Tyto faktory ovlivňuje především průběh počasí a certifikovaná sadba, odpovídající výživa a správná kombinace pěstebních technologií. Rostlina bramboru je náročná na živiny a přijímá je skoro po celou dobu své vegetace, proto brambory vyžadují značné vstupy hnojiv pro udržení produktivity a kvality hlíz. Brambory patří do skupiny zlepšujících plodin v osevním postupu, protože je s jejich produkcí spojené hnojení statkovými hnojivy.

V posledních letech byl růst a výnos plodin značně ovlivněn abiotickými stresy. Období vysokých teplot a sucha jsou v oblastech s extenzivní rostlinnou výrobou stále častější. Následkem působení abiotických faktorů může docházet nejen ke snížení výnosů konzumních brambor, ale také ke snížení kvality hlíz. V posledních letech nároky na kvalitu a vzhled hlíz stoupají, a tak je výskyt poruch a vad způsobených abiotickými i biotickými faktory prostředí značně nežádoucí. V podmínkách změny klimatu hrají biostimulanty důležitou roli v udržitelné rostlinné produkci. Tyto přípravky jsou skupinou různorodých látek biologického původu či mikroorganismů, které jsou aplikovány na rostliny smáčením kořenů, postřikem na list nebo jejich kombinací. Slouží nejen ke zvýšení odolnosti stresovým faktorům, ale také ke zlepšení příjmu a využití živin, zkvalitnění produktů a zvýšení výnosu.

Jako všechny rostliny i rostlina bramboru dokáže přijímat živiny prostřednictvím kořenů. Její mělké kořeny však mají omezenou schopnost využívat živiny a půdní vláhu z větších hloubek půdního profilu. Nejen z tohoto důvodu je žádoucí mimokořenová výživa nebo cílená aplikace minerálních hnojiv při výsadbě. Živiny aplikované na list jsou rostlině ihned dostupné a jejich příjem není ovlivněn neoptimálním pH půdy, nízkou teplotou půdy či nedostatkem srážek potřebných pro rozpuštění minerálního hnojiva. Dalším pozitivem je spojení aplikace listové výživy s dalším pěstitelským opatřením, například s aplikací insekticidu nebo fungicidu. Listová výživa nikdy v plné míře nenahradí základní hnojení brambor, a tak je nutno ji chápat jako výživu doplňkovou, která může dopomoci k překonání kritického období růstu rostlin.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je zhodnotit vlastnosti nových a potencionálně využitelných látek a extraktů ke stimulaci a ochraně porostů brambor. Zhodnotit jejich přínosy a negativa při aplikaci v porostech brambor (na výživný stav porostů a na rozvoj chorob a výnos hlíz).

Hypotéza: Listová aplikace stimulačních přípravků v různých fázích růstu bude příznivě působit na výživný stav porostu a pozitivně se odrazí v kvalitě hlíz (v počtu a vyrovnanosti konzumních hlíz).

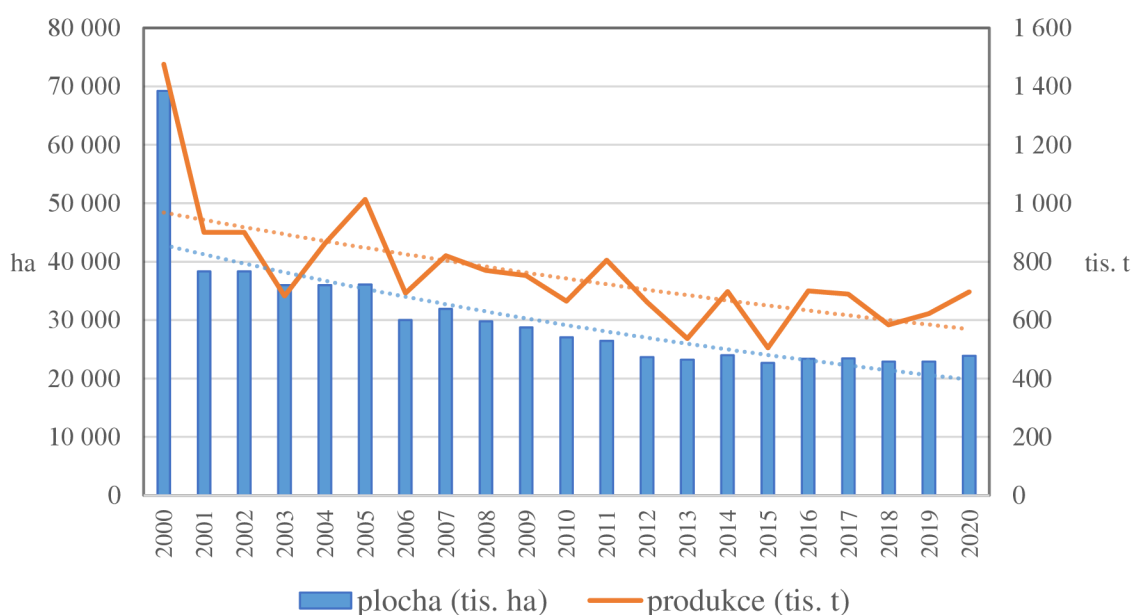
3 Literární rešerše

3.1 Pěstování brambor

3.1.1 Pěstování brambor v České republice

Od konce druhé světové války plochy a produkce brambor klesají. Zatímco v roce 1945 se v České republice vyprodukovalo neuvěřitelných 4 722,9 tis. tun brambor na ploše 445 tis. hektarů, v roce 1980 už tomu bylo jen 1921,7 tis. tun z plochy 130 tis. hektarů. Na přelomu tisíciletí klesla plocha na 69 tis. hektarů a produkce na 1 476 tis. tun. Z grafu vývoje produkce a ploch osázených bramborami v ČR je patrné, že vývoj plochy brambor má sestupnou tendenci (Graf 1). Od roku 2007 byl zaveden Českým statistickým úřadem kategorie „domácností“, což jsou plochy brambor u pěstitelů a zahrádkářů menší než jeden hektar. Tato kategorie tvoří průměrně 21,3 % celkové osázené plochy brambor. V hospodářském roce 2015/2016 byla dosažena historicky nejnižší produkce brambor, a to pouze 604,4 tis. tun (Čížek 2017).

Vývoj produkce a ploch osázených bramborami v ČR



Graf 1 Vývoj produkce a ploch osázených bramborami v ČR (ČSÚ 2020)

Vývoj statisticky vykazovaných výnosů brambor v České republice značně kolísá, má relativně nízkou úroveň a zaostává za bramborářsky vyspělými zeměmi EU.

3.1.2 Agrotechnika

V osevním postupu se brambory řadí obvykle po ozimých obilninách. Po sklizni předplodiny se provádí podmítka do hloubky 8-10 cm a ještě na podzim je provedena orba s hloubkou 20-28 cm, při které dochází k zapravení chlévského hnoje a hnojiv minerálních do půdy. Hlavním cílem jarní přípravy je prokypření půdy. U pěstitelů s nižší plochou brambor se

pro nakypření půdy stále používají soupravy kultivátorů, prutových válců nebo hřebenových bran. Technologie pěstování v odkameněných hrůbcích je uplatňována především v podnicích zaměřujících se na produkci brambor. Nejprve dojde k vytvoření hrůbků hlubokých zhruba 25 cm pod původní povrch pozemku pomocí radlic rýhovačem. Dále se separátory prosévá místo mezi vytvořenými rýhami, kameny nad 15 cm se shromažďují v zásobnících a menší kameny se ukládají do předem připravených rýh. Účinnost odkamenění zpracované vrstvy se pohybuje okolo 50-80 % (Vokál et al. 2004). Hamouz et al. (2008) dodává, že důvodem používání této technologie je snížení mechanického poškození hlíz způsobeného kameny. Ukázalo se, že odkamenění zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy související s objemovou hmotností a provzdušněním. V závislosti na odrůdě byl díky odkamenění zvýšen výnos o 5-20 %.

Certifikovaná sadba se sází pomocí automatických sazečů. Velikost sadbových hlíz se pohybuje od 25 do 60 mm. Nejčastěji se používá meziřádková vzdálenost 750 mm a dle velikosti sadby se volí hloubka sázení, která by měla být 4-6 cm. Doba výsadby brambor se řídí povětrnostními podmínkami. Nejčastěji probíhá sadba ve druhé polovině dubna, kdy záleží na teplotě půdy (alespoň 6-9 °C) a její vlhkosti (Vokál et al. 2004).

Mechanická kultivace se provádí u klasické technologie od sázení do vzejití porostu. Je charakterizována jako systém vláčení a proorávek prováděných po sobě v určitém časovém sledu. Mechanickou kultivaci je třeba uskutečnit alespoň čtyřikrát, a to minimálně jedna proorávka naslepo, vláčení do vzejití, plečkování po vzejití a nahrnování před zapojením porostu. Při omezené mechanické kultivaci se těsně před vzejitím aplikuje preemergentní herbicid. Hlavním cílem kultivačních zásahů je ničit plevel v prostoru meziřádků a na boku hrůbku, dále dochází k provzdušnění půdy, rozrušování půdního škraloupu, snížení výparu vody a zvýšení biologické činnosti. Mezi rizika při plečkování a nahrnování se řadí možnost poškození kořenového systému rostlin a při vyšší půdní vlhkosti hrozí tvorba hrud. Během vegetace se provádí aplikace pesticidů, především proti mandelince bramborové a plísni bramboru. V technologii odkamenění se mechanické kultivace neprovádí vůbec, a proto po výsadbě bývá aplikován rovnou herbicid (Vokál et al. 2004).

Před sklizní se provádí příprava porostu ukončením vegetace a zajištěním vyzrálosti hlíz, aby lépe odolávaly mechanickému poškození a byly v dobrém zdravotním stavu. V některých případech je to i možná ochrana proti přenosu plísně z natě na hlízy bramboru. Ukončením vegetace se rozumí odstranění natě, a to se provádí buď mechanickým drcením natě, chemicky desikanty nebo jejich kombinací. Odstraněním natě se usnadní práce sklízečům, zajistí se vyzrálost slupky a reguluje se velikost hlíz. Pro sklizeň se nejčastěji využívají vyorávací nakladače nebo dvouřádkové sklízeče (Vokál et al. 2013).

3.1.3 Zásady hnojení brambor

Po celou dobu své vegetace přijímá rostlina bramboru živiny. Organická a minerální hnojiva ve vhodném poměru ovlivňují jak rostlinu, tak i kvalitu hlízy. Správná agrotechnika a ochranná opatření jsou nápomocná při zlepšení půdní úrodnosti, což přispívá ke snadnějšímu příjmu živin kořeny rostlin (Hruška et al. 1974).

3.1.3.1 Statková hnojiva

Méně využívaným způsobem dodání organické hmoty do půdy je **zelené hnojení**. Nabývá však na významu tam, kde není možné vyhnojít ornou půdu statkovými hnojivy v optimální dávce. Řešením je tak využití kombinace stájových organických hnojiv se zeleným hnojením, avšak z hlediska výnosů brambor nelze stájová hnojiva v plné dávce zcela nahradit. K zelenému hnojení se nejčastěji využívají strniskové plodiny, které se sejí ihned po sklizni obilnin a podmítce (nebo současně s podmítkou). Strniskové plodiny potřebují dostatečné množství srážek a alespoň osm týdnů s průměrnými denními teplotami nad 10 °C (Vokál et al. 2004).

Dle Vokála et al. (2004) se optimální dávka **chlévkého hnoje** pohybuje v rozmezí 30-40 t/ha. Podzimní zaorávka je vhodná pro včasné a vyvážené uvolňování živin v období vegetace brambor. U jarní zaorávky jsou naopak živiny uvolňovány později někdy až na konci vegetace, což může nepříznivě ovlivnit proces dozrávání hlíz.

Kejda je účinné dusíkaté statkové hnojivo. Velmi kvalitním hnojivem je kejda skotu a prasat. S výjimkou těžkých a středně těžkých jílovitých půd by se kejda k bramborům neměla aplikovat na podzim. Největší účinnost má aplikace kejdy na jaře před založením porostu. Dávka se řídí obsahem dusíku v kejdě. Dávka kejdy skotu je 45-60 t/ha, prasat 30-35 t/ha a drůbeže 15 t/ha (Vokál et al. 2013).

3.1.3.2 Minerální hnojiva

Cílem používání minerálních hnojiv je zajištění optimálního množství živin, které je zapotřebí k vytvoření výnosu a udržení či zvýšení půdní úrodnosti daného stanoviště. Minerální hnojiva mají vyšší obsahy živin v porovnání s hnojivy statkovými (Vokál et al. 2013). Se zřetelem především na životní prostředí se v současné době stále více využívá lokální aplikace minerálních hnojiv při sázení pomocí adaptérů, které jsou umístěné do přední hydrauliky či mezi traktor a sazeč. Mezi hlavní důvody používání této technologie patří snížení dávky hnojiv, a tím i úspora nákladů spojených s hnojením při zachování nebo dokonce zvýšení výnosu, a snížení vyplavování nitrátů z orniční vrstvy do spodních vod. Vzhledem k prokypření půdy u odkameňování, kde v půdě dochází k vyšší intenzitě mineralizačních a nitrifikačních procesů, je zapotřebí plného využívání uvolněných živin rostlinami. Při lokální aplikaci minerálních hnojiv se aplikuje hnojivo do blízkosti hlízy, kde může být kořeny odebráno již od raných fází vývoje rostliny. Tímto způsobem mohou být aplikována jak hnojiva dusíkatá, tak i pevná a kapalná kombinovaná hnojiva. U lokální aplikace dusíkatých minerálních hnojiv se zjistil pozitivní vliv na snížení obsahu nitrátů v půdě, a s tím spojené omezení rizik znečišťování vod nitráty (Hamouz et al. 2008).

3.1.4 Výnosové prvky u brambor

Výsledkem růstových a vývojových stádií je výnos, v němž se během poměrně dlouhého období vývoje odráží faktory vnějšího prostředí a současně díky jejich vlivu dochází k řadě změn i u rostliny. Mezi výnosotvorné prvky u brambor se řadí počet rostlin a stonků na jednotku plochy, počet hlíz pod trsem a hmotnost hlíz (Rybáček et al. 1988).

Struktura výnosu odrůdy silně kolísá v jednotlivých letech. Během let příznivých pro vysoký výnos brambor se nejvíce uplatní hmotnost jedné hlízy, a to především ve spojení s vyšším počtem hlíz na stonk. U odrůd, které tvoří výnos vysokým počtem stonků na trs, je zapotřebí mít další výnosové prvky na takové úrovni, aby nezpůsobovaly snížení celkového výnosu. Vysoký výnos a výnosovou stabilitu zajistí odrůdy, které mají střední počet stonků, vyšší počet hlíz na stonk a střední až mírně nižší hmotnost jedné hlízy. Takovéto odrůdy si v podstatě udržují vyrovnaný vzájemný poměr výnosových prvků (Zrůst 1991).

Počet rostlin na jednotce plochy se řadí k rozhodujícím výnosotvorným prvkům. Určuje se sponem sázení, při kterém závisí především na počtu a velikosti sadbových hlíz, účelu pěstování, půdních a klimatických podmínkách. Dále také na úrovni agrotechniky, předplodině, výživě a ochraně porostu proti chorobám a škůdcům. Na jeden hektar by mělo být v ideálním případě vysázeno 40-60 tisíc rostlin, kde vyšší hodnoty patří bramborám raným a sadbovým, nižší hodnoty zase bramborám konzumním a průmyslovým (Jůzl et al. 2000).

Počet stonků na jednotce plochy má vysokou variabilitu u jednotlivých odrůd. Kromě odrůdy může ovlivňovat počet stonků i teplota při skladování, termín výsadby nebo spon sadby. V průměru se na jedné rostlině nachází 5-7 stonků. Počet stonků závisí na počtu oček a klíčků na sadbové hlíze, což je ovlivněno fyziologickým stavem a kvalitou sadby. Při skladování hlíz v teplotách nad 7 °C se hlízy dříve probouzejí a porosty z takové sadby mají rychlejší růst, dříve vyžívají, a i přes menší počet stonků a počet hlíz na jeden trs nabývají hlízy větší průměrné hmotnosti. Předpokladem pro vytvoření většího počtu stonků má tedy sadba, jež se skladuje v chladnějších podmínkách (Petr et al. 1980).

Počet hlíz na trs přímo ovlivňuje hospodářský výnos hlíz a je závislý na počtu stonků, genetickém základu odrůdy, průběhu počasí v období nasazování hlíz a na škůdcích a chorobách. Agrotechnickými opatřeními můžeme ovlivnit počet a hmotnost hlíz, jsou jimi například hustota porostu, termín výsadby a výživa (Petr et al. 1980). Vokál et al. (2013) dodává, že rostlina bramboru vytvoří 15-30 stolonů, kde některé z nich mohou vytvořit dceřiné hlízy. V závislosti na odrůdě se průměrný počet hlíz pod trsem pohybuje mezi 6-30 hlízami.

Hmotností hlíz se udává hospodářský výnos a je vytvořena jejich růstem od nasazení, kde je jeho doba rozhodující pro úroveň výnosu. Na konečnou hmotnost jedné hlízy působí pozitivně správný příjem živin v průběhu vegetace a širší spon výsadby. Na druhé straně výskyt chorob omezující listovou plochu, vyšší hustota porostu či pozdější výsadba ovlivňuje hmotnost hlíz negativně. V podmínkách České republiky je hmotnost a velikost hlíz závislá především na srážkových poměrech a vlhkosti půdy ve druhé polovině vegetace, tedy nejlépe vypovídají o průběhu počasí v daném vegetačním období. Průměrná hmotnost jedné hlízy se pohybuje okolo 300 gramů (Petr et al. 1980).

3.2 Stres brambor

Méně vhodné až negativní životní podmínky se označují jako stresové faktory, které se podle působení dělí na abiotické a biotické. Tyto faktory obvykle zpomalují životní funkce, a tím následně ovlivňují i výši a kvalitu získávaného produktu. Stres je rozdělen na eustres a

distres (Bláha et al. 2003). Dle Lichtenhalera (1998) je eustres stimulační či aktivační stres, který je pro rostlinu pozitivní, protože mírný stres pozitivně aktivuje buněčný metabolismus a díky tomu stimuluje fyziologickou aktivitu rostlin. Eustres nezpůsobuje poškození, což naopak neplatí pro distres. Distres způsobuje poškození, a proto má negativní vliv na vývoj a přežití rostlin v dané lokalitě. O distresu se hovoří, pokud stresor překročí určitou prahovou hodnotu, kterou rostliny nejsou schopny kompenzovat svým vnitřním reparačním mechanismem.

3.2.1 Stres abiotický

V posledních letech byl růst a výnos plodin značně ovlivněn abiotickými stresy. Období vysokých teplot a sucha jsou v oblastech s extenzivní rostlinnou výrobou stále častější. V podmínkách změn klimatu hrají biostimulanty důležitou roli v udržitelné rostlinné produkci (Carrão et al. 2016).

3.2.1.1 Sucho

Většina odrůd brambor má mělčí a méně rozšířené kořeny, které nejsou schopné dobře pronikat ornicí, a proto jsou citlivější na zásobování vodou. V prvních studiích o agronomii brambor se udává zásobování vodou jako jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících jejich výnos a uvádí, že půdní vlhkost by nikdy neměla klesnout pod 50 % dostupné vlhkosti. Působení sucha je často doprovázeno dalšími abiotickými stresory, jako je například příliš nízká nebo vysoká teplota a mechanický odpor půdy kladený kořenům v růstu, což způsobuje ztížení identifikace příznaků sucha a jejich počátku (Singh 1969). Blum (2005) definuje nástup sucha jako období, kdy rostlinná poptávka po vodě není uspokojena a rostlina se dostává do vodního deficitu.

Při nedostatku vody se jako první odpověď rostliny bramboru uzavřou listové průduchy. Uzavřením průduchů dojde k omezení výměny plynů mezi buňkami listů a prostředím, a tím se sníží ztráty vody. Dojde však i k negativním dopadům. Zvýší se teplota listů, sníží se difúze oxidu uhličitého do listu a tím se sníží i fotosyntéza. Růst i výnos brambor je negativně ovlivněn krátkým obdobím nedostatku vody v jakékoli fázi růstu, dopady jsou však nejsilnější ve fázi iniciace hlíz a ve fázi kvetení (Moorby et al. 1975).

Kumar et al. (2005) tvrdí, že účinky deficitu vody závisí především na jeho načasování, závažnosti a trvání. Přechodný vodní stres, který je vyvolán vysokou potřebou vypařování, může mít akutní, ale jen dočasné účinky na růst rostlin. K takovému stresu dochází běžně i u dobře zavlažovaných plodin zejména v horkých a slunečných podmínkách, kdy potřeba odpařování překračuje kapacitu kořenů dodávat vodu výhonkům.

Kumar et al. (2017) zjistili, že deficit vody způsobuje významné snížení výšky výhonků ve všech růstových fázích, avšak velmi výrazný je ve fázi iniciace hlíz. Vodní stres nepříznivě ovlivňuje tržní i celkový počet hlíz, tržní a celkový výnos hlíz a celkovou produkci biomasy, naproti tomu se obsah sušiny v hlízách zvyšuje.

V důsledku vodního stresu se snižuje kvalita brambor kvůli obsahu cukru a vadám hlíz. Během období stresu se prodlužovací růst zpomaluje nebo se může úplně zastavit. Když se

navrátí příznivé podmínky, růst hlíz se obnoví. Tímto se vyvolává tvorba nových dceřiných hlíz, dále mohou vznikat různé deformace hlíz ve formě hrbolů či zúženin a růstové rozprasky. Rychlý růst může také způsobovat abiotickou dutost hlíz, kde střed hlízy praská a vytvoří se dutina (Domkářová et al. 2015).

3.2.1.2 Tepelný stres

Stres z vysoké teploty je definován jako nárůst teploty nad prahovou úroveň po dostatečnou dobu k tomu, aby způsobila nevratné poškození růstu a vývoje rostlin. Jedním z nejdůležitějších neovlivnitelných faktorů, které ovlivňují výnos plodin, je teplota a teplotní stres je zemědělským problémem v mnoha oblastech světa. Stálé nebo přechodně vysoké teploty způsobují řadu fyziologických, biochemických a morfoanatomických změn v rostlinách, které ovlivňují růst a vývoj rostlin, a tím může dojít k drastickému snížení ekonomického výnosu (Wahid et al. 2007).

Rostlina bramboru je typická především pro mírné klima. Roste nejlépe v chladném, avšak bezmrazém období a v horku se jí nedaří. Vyznačuje se specifickými požadavky na teplotu, kde se optimální hodnoty pro růst nadzemní části rostliny bramboru a hlízy značně liší. Z experimentů, které se prováděly v růstových komorách, vyplývá, že růst natě je nejrychlejší v teplotním rozmezí 20-25 °C a pro růst hlíz je optimum 15-20 °C. Rostliny brambor však mohou tolerovat krátkou denní teplotu kolem 35 °C bez mnoha škodlivých účinků. Při vysokých teplotách se významně omezuje tuberizace a totéž platí pro rozdělení a transport asimilátů do hlíz. Rostliny brambor jsou vytáhlé s tenkými a dlouhými stonky, malými listy a dlouhými stolony. Nepříznivé účinky tepelného stresu by bylo možno zmírnit vývojem rostlin bramboru se zlepšenou termoregulací pomocí různých genetických přístupů (Rykaczewska 2015).

Aplikace vápníku při tepelném stresu na list i do půdy zlepšuje výnos hlíz, ačkoli přesný mechanismus, jak vápník zmírňuje škodlivé dopady tepelného stresu u brambor není dobře znám. Různé studie dokazují, že stomatální vodivost zůstává vyšší v rostlinách ošetřených vápníkem při tepelném stresu. Zvýšená stomatální vodivost pomáhá snižovat tepelný stres díky zlepšenému chlazení při zvýšené transpiraci. Vápník dále pomáhá při vyšších teplotách udržet strukturální integritu buněčných membrán a minimalizuje poškození listů. Udržení integrity membrány a stomatálních funkcí je pravděpodobně jedním z mechanismů, díky kterým aplikace vápníku pomáhá zmírňovat účinky tepelného stresu u rostlin brambor (Minhas et al. 2003). Tawfik et al. (1996) zkoumali vliv aplikace vápníku a dusíku během stresu horkem a rostliny brambor s aplikací vápníku a dusíku během stresu vykazovaly nejvyšší koncentraci vápníku v listech a nejvyšší rychlost transpirace během období stresu i dva týdny po odeznění stresu. Výsledky studia tedy ukazují, že některé škodlivé vlivy působením horka na růst rostlin a stomatální funkce mohou být zmírněny aplikací dusíku a vápníku během stresu, a tím tak zachovat produktivnost rostlin po obnovení optimální růstové teploty. Rawal et al. (2007) tvrdí, že doplňková aplikace vápníku v dávce 80 kg/ha ve formě sádrovce do písčitohlinité půdy vedla ke zlepšení termostability buněčných membrán odrůdy brambor Kufri Surya. Výsledkem i zde bylo, že rostliny ošetřené vápníkem byly lépe vybaveny pro zmírnění stresu horkem.

3.2.1.3 Vodní stres

Nadměrné zavlažování a neočekávané či nadměrné srážky mohou způsobit dočasný přebytek vody, který může způsobit poškození brambor. Vysoký obsah vody v půdě snižuje teplotu půdy a delší doba nasycení půdy vodou má za následek nedostatek kyslíku. To může vést k poškození vysázených hlíz a opožděnému vzcházení v raných fázích růstu brambor a následnému poškození kořenů v pozdějších fázích. Přebytek vody může také zapříčinit vyplavování živin, snížit účinnost používání hnojiv a zvýšit koncentrace živin v podzemních a povrchových vodách. Velmi podstatným negativem je při přebytku vody a pěstování brambor zvýšený výskyt chorob a napadení škůdců (Wagg et al. 2021).

Růst hlíz je silně ovlivněn příjmem vody, takže jak deficit, tak i nadměrný příjem vody může způsobit deformaci hlíz a další problémy s kvalitou hlíz, jako jsou špičaté konce, hrbolky, růstové rozprasky či abiotická dutost hlíz. Tyto defekty nejpravděpodobněji vzniknou kvůli velkému kolísání vodních podmínek v půdě, což způsobuje narušení normální rychlosti růstu a vytvoření nerovnoměrného vývoje tkáně v hlízách (King & Stark 2003).

3.2.1.4 Mráz

Bramborová nať je velmi málo odolná nízkým teplotám. Při déletrvajících teplotách pod bodem mrazu dochází k mrazovému poškození natě, a to zejména u nejranějších porostů brambor při pozdních jarních mrazech. Dochází k měknutí a černání pletiva listů, které vadnou hlavně při zvýšení teploty. Napadány jsou především horní mladé listy. Namrzlé rostliny se nevyrovnaně a špatně vyvíjejí, takže poskytují opožděnější sklizeň. Dále se jako příznak uvádí mozaika a zvrásnění listů (Rasocha et al. 2008).

3.2.1.5 Ozón

Listy plodin absorbují plynný ozón během fotosyntézy. Ozón snižuje rychlost fotosyntézy, způsobuje odumírání listů a tímto se nepříznivě ovlivňuje produktivita plodiny. Rostliny brambor jsou na ozón velmi citlivé. Poškození brambor ozónem není neobvyklé a při vystavení zvýšeným koncentracím po dobu pouhých několika dní může dojít k rozsáhlému poškození vrchní strany listu (Usha et al. 2010).

3.2.2 Stres biotický

Biotický stres je vyvolán živými organismy, které obývají určité životní prostředí a vstupují do různých vztahů s prostředím a ostatními organismy. Tyto organismy se ovlivňují jak v rámci jednoho druhu, tak i mezidruhově a svými životními aktivitami mění i neživé prostředí, které osidlují. Mezi biotické stresory se řadí patogenní mikroorganismy, hmyzí a živočišní škůdci, samotné rostliny a člověk. Antropogenní vliv je dán především jeho rozsahem a komplexností činností, kde prostřednictvím zemědělství, průmyslu, urbanizace a dopravy dochází ke znečišťování atmosféry a podzemní i povrchové vody, dále je znehodnocována půda, narušována ozonová vrstva a jsou podstatně ovlivňovány přirozené ekosystémy (Bláha et al. 2003).

3.2.2.1 Bakteriální choroby brambor

Bakteriální choroby se řadí k závažným škodlivým onemocněním snižujícím výnosy a ohrožujícím kvalitu hlíz. Často je jejich činnost spojená se sekundárním působením, kde dochází k urychlení či dokončení rozkladu hlíz již napadených jinými chorobami anebo mechanicky poškozených hlíz. Ochrana spočívá v karanténních a preventivních opatřeních. Tam, kde nelze zcela eliminovat patogena ze sadby či půdy, se musí zajistit při technologii pěstování podmínky co nejvíce omezující výskyt bakteriálních chorob. Mezi nejzávažnější bakteriální choroby patří bakteriální kroužkovitost bramboru, hnědá hniloba bramboru, černání stonku a měkká hniloba hlíz bramboru (Vokál et al. 2013).

3.2.2.2 Houbové choroby brambor

Houbové choroby brambor poškozují nadzemní i podzemní části rostlin a mají většinou specifické příznaky. Průnik do rostlin je přímý nebo sekundární díky mechanickým poškozením. Největší vliv na jejich výskyt a způsobené škody mají půdní podmínky a průběh počasí v daném roce, výrazné ovlivnění může způsobit i technologie pěstování. K ochraně brambor před houbovými chorobami se využívají agrotechnická opatření, ze kterých má hlavní význam využití fungicidů (Rasocha et al. 2008).

Plíseň bramboru je nejničivější onemocnění během vegetačního období. Za příznivých podmínek může patogen výrazně snížit výnosy a epidemie tímto patogenem může zničit celou sklizeň. Hlízy jsou infikovány patogenem přímo, dochází ke snížení kvality skladovaných brambor a zvýšení jejich náchylnosti k sekundárním plísňovým a bakteriálním infekcím (Głosek-Sobieraj et al. 2018). Al-Mughrabi (2007) dodává, že se onemocnění plísni pozná podle vodou nasáklých lézí s chlorotickými okraji, které jsou zpočátku malé, ale rychle se rozšiřují. Ve vlhkých podmínkách plíseň produkuje sporangia na povrchu infikované tkáně, které při vymytí z listů infikují hlízy. Infekce hlíz začíná jejich prasklinami a napadené části hlíz se zbarvují do červena až fialova.

3.2.2.3 Virové choroby brambor

Virové choroby jsou způsobeny rostlinnými viry, které jsou snadno přenosné sadbou, živočišnými vektory či některé mechanicky šťávou. Symptomy se projevují zejména na nati, kde může dojít například k různým formám mozaiky, nekróz, deformacím, zkadeření či inhibici růstu. V některých případech se symptomy projevují i na hlízách, a to především nekrózami slupky nebo dužniny. Někdy však může vizuální projev i chybět. Virové choroby mohou snížit výnos o 10-80 %, škrobnatost o 1-2 % a dokonce zhoršit barvu bramborových výrobků. Dle škodlivosti se virová onemocnění dělí na lehká a těžká. Do lehkých virových chorob se řadí onemocnění způsobené Y virem, A virem a virem svinutky bramboru, do těžkých onemocnění způsobené viry S, X a M (Vokál et al. 2004).

3.2.2.4 Škůdci brambor

Škůdci škodí na nadzemních i podzemních částech rostlin bramboru, a to sáním nebo požerem. Dále mohou být významnými přenašeči chorob, zejména virových. Díky jejich

poškozením mohou být druhotně rostliny napadeny houbovými a bakteriálními chorobami. Činností škůdců dochází ke snížení výnosů a negativnímu ovlivnění kvality hlíz. Výše škod závisí hlavně na populační dynamice škůdce, která je ovlivněna zejména povětrnostními a vegetačními podmínkami. Mezi nejvýznamnější škůdce brambor patří háďátka, mšice, mandelinka bramborová a drátovci (Rasocho et al. 2008).

3.3 Příjem a využití živin

Živiny jsou látky, které organismus přijímá a požaduje pro všechny své životní funkce. Charakteristické je pro ně nezbytnost, nezastupitelnost a přímé zapojení do metabolismu rostlin. Cílem zemědělce je vytvořit dobré podmínky rostlinám, aby mohl probíhat jejich reprodukční proces. Z hlediska výživy rostlin je to poskytnutí dostatku dusíku a živin obsažených v popelovinách (P, K, Ca, Mg, S a dalších) a udržovat v půdě podmínky zajišťující jejich příjem. Mezi hlavní zdroj příjmu živin se řadí příjem kořeny. V tomto procesu lze rozlišit několik fází: přísun živin do blízkosti kořenů, průnik živin do volného prostoru buněk kořenů, vstup živin do vnitřního prostoru buněk kořenů a transport živin v rostlině. Jen ionty rozpustné v půdním roztoku se dostávají do blízkosti kořenů, a to hmotovým tokem, který doplňuje vodu odčerpanou kořeny rostlin, a difúzí neboli postupnou rozpustností sloučenin a doplňováním iontů odčerpaných rostlinami (Vaněk et al. 2016).

Rostliny přijímají většinu živin svými kořeny ve formě iontů z půdního roztoku:

- příjem kationtů: K^+ , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} aj.
- příjem aniontů: NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$ aj. (Vaněk et al. 2016)

3.3.1 Faktory ovlivňující příjem živin

Proces příjmu živin rostlinami vyjadřuje velmi složité procesy postavené na synergickém či antagonistickém působení jak vnějších, tak vnitřních faktorů. Plno z faktorů nelze ovládat ani řídit. Mezi ně se řadí teplota, světlo a faktory dané stanovištěm (nadmořská výška, expozice a sklon pozemku). Cíleně můžeme ovlivňovat prostorové rozmístění rostlin a do určité míry se dají upravit i půdní podmínky. Při dobrém stavu těchto faktorů lze dostatečně využít genetický potenciál pěstovaných rostlin (Vokál et al. 2013).

Vnitřní faktory

Vnitřní faktory jsou určeny především dědičným základem rostliny. Pro každý rostlinný druh je charakteristická příjmová kapacita rostlin související s genetickým založením. Rozdíly mezi druhy rostlin v příjmu živin jsou dány zejména uspořádáním kořenů (hloubka prokořenění, množství a celkový povrch kořenů), množstvím exsudátů, které ovlivňují rozpustnost sloučenin a výskyt a aktivitu mikroorganismů, výskytem a rozvojem mykorrhizy. V neposlední řadě také biologickou hodnotou rostliny s jejím metabolismem a zásobováním kořenů (Vaněk et al. 2016).

Vnější faktory

Vnější faktory mají významný vliv na příjem živin a následně na tvorbu výnosu a kvalitu produkce. Jsou dány podmínkami daného stanoviště, vyjádřené polohou, povětrnostními a půdními podmínkami. Teplota prostředí ovlivňuje především živiny, které jsou přijímány aktivně. Intenzita osvětlení ovlivňuje také příjem živin, větší vliv má však na nárůst biomasy a v ní obsažené živiny. Největší vliv z povětrnostních podmínek má množství dešťových srážek a jejich rozložení, což ovlivňuje jak obsah vody v půdě, tak i vzdušnou vlhkost. Půdní podmínky a její vlastnosti rozhodují o celkové koncentraci rozpuštěných solí v půdním roztoku a dále i obsah jednotlivých iontů a jejich vzájemný poměr (Vaněk et al. 2016).

Dle Vokála et al. (2013) má významný vliv na příjem živin také samotná přítomnost živin v půdě označována jako stará půdní síla, která se na výživě rostlin podílí více než přímé dodání živiny v hnojivech. Stará půdní síla se tvoří zejména pravidelným hnojením a střídáním plodin v rámci osevního postupu.

3.3.2 Mimokořenová výživa

Rostlina dokáže přijímat živiny nejen kořeny, ale všemi rostlinnými orgány (tedy listy, květy, stonky). Pojmeme mimokořenová výživa se rozumí příjem a využití minerálních a organických živin a látek aplikovaných ve formě vodného roztoku na nadzemní části rostlin. Mimokořenová výživa je nejúčinnější způsob, jak rostlině dodat např. stopové prvky (zajišťuje zde vysokou účinnosti hnojení při aplikaci malého množství výživné složky). Použití hnojiva ve formě vodného roztoku zajišťuje rovnoměrné a včasné dodání živin rostlině (Noaema et al. 2016).

Díky mimokořenové výživě lze zabránit nedostatkům živin v rostlinách, které jsou vyvolány povětrnostními podmínkami či stresem, a to zvláště v raných fázích vývoje nebo v období reprodukčních fází, kdy se snižuje aktivita kořenového systému. Často se využívá preventivně s cílem předejít možným stresovým situacím. Nemělo by se však přeceňovat, protože vlastní příjem musí vždy probíhat přes kořeny. Aplikace listových hnojiv značí přechodné a bodové dodání živin, které musí být vždy ve správném poměru. Velmi důležité je znát výživný stav rostlin dostupný z výsledků rozborů rostlin (Gröschl 2016).

Dle Haberlanda (2007) jsou listová hnojiva většinou finančně relativně výhodná a lze je aplikovat spolu s přípravky na ochranu rostlin. Je třeba volit osvědčená hnojiva s vysokým obsahem živin, dbát při aplikaci na potřebu, stanoviště a povětrnostní podmínky. Optimálně by měla být aplikace při teplotách do 25 °C za bezvětří při vyšší relativní vlhkosti. Dále aplikovat před zápojem porostu ráno, popřípadě v poledne a pokud je to možno, provést dvě aplikace.

Mimokořenová výživa se využívá:

- pro nápravu aktuálního výživného stavu
- při zjištění akutního nedostatku některé živiny
- při zvýšené aktuální potřebě živin v dané fázi vývoje
- pro rychlejší regeneraci poškozených porostů
- pro lepší kvalitu produkce.

Při mimokořenové výživě dochází k příjmu živin hlavně přes kutikulu (stomaty je zanedbatelný) a následně přechod živin přes povrch listů pokožky (ionty nejprve přecházejí přes kutikulu do pokožky rostlin). Hlavní funkcí kutikuly je ochrana rostliny před slunečním zářením, nadměrným odparem vody, vymýváním živin a napadáním patogeny. Skládá se ze tří vrstev. Povrch kutikuly tvoří vosková vrstva, pod níž je uložen kutin. Pod nimi je vrstva obsahující polysacharidy a pektiny, které při zvýšení vlhkosti listu způsobují bobtnání kutikuly a tím dochází ke kontaktu roztoku s pokožkovou částí listu. Hlavním místem vstupu živin do volného prostoru listů jsou póry a další kanálky v buněčné stěně (Varga 2011).

Příjem živin listy je ovlivněn vnějšími podmínkami, především koncentracemi živin v roztoku, valencí iontů, teplotou, vlhkostí, a vnitřními faktory (metabolická aktivita rostlin). Díky těmto faktorům dochází k rozdílným účinkům mimokořenové výživy v jednotlivých letech (Vaněk 2016).

Rychlost a množství živin přijatých listy je ve srovnání s příjmem kořenovým podstatně nižší, a to díky velmi malým pórům v kutikule, které významně omezují difuzi z vnějšího prostředí. V závislosti na druhu rostlin se liší tloušťka kutikuly, která je stejně jako její struktura a obsah vosku ovlivněna vývojem vnějších podmínek. Doba potřebná k absorpci 50 % z celkového množství aplikované živiny se značně liší. U dusíku, hořčíku a sodíku se doba absorpce pohybuje od 1-5 hodin, u draslíku a manganu 1-3 dny, u vápníku 4 dny a u fosforu dokonce 5-10 dní (Varga 2011).

Významným faktorem ovlivňujícím příjem živin listy je také světelné záření. Při zastínění během vegetace může dojít ke snížení vosků v kutikule, a tím může dojít ke zvýšení intenzity příjmu aplikované živiny. Mezi další faktory se řadí doba a množství dešťových srážek po ošetření, relativní vlhkost vzduchu a teplota, jež mají velký vliv na rychlost odpařování aplikovaného roztoku z povrchu rostliny.

Významnou roli hraje stáří pletiv, kde platí, že mladé orgány jsou schopny vstřebat více živin než pletiva stará, což se může vysvětlit silnější kutikulou a omezeným metabolismem starších pletiv. Vliv na permeabilitu může mít i poškození listů vlivem vnějších podmínek. Lepší předpoklady pro příjem živin mají rostliny s velkou celkovou plochou nadzemních částí rostlin, s většími listy či optimálním tvarem listu (Vaněk 2016).

3.4 Význam živin pro brambory

3.4.1 Nároky brambor na živiny

Jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje růst a vývoj brambor, je dostupnost přijatelných živin. Kořeny rostlin brambor mohou pronikat jen do hloubky 30-40 centimetrů, takže využívají jen živiny nacházející se v tomto profilu, proto brambory vyžadují značné vstupy hnojiv pro udržení produktivity a kvality hlíz. Velmi podstatný vliv mají také povětrnostní podmínky, neboť příznivé vlhkostní poměry umožňují vyšší využití živin a vyšší výnosový efekt průmyslových hnojiv (Wadas & Dziugiel 2013).

Brambory se pěstují převážně na půdách s optimální hodnotou pH v oblasti 5,5-6, což značí potřebu vápnění pouze při silném poklesu této hodnoty. Půda by měla být dostatečně provzdušněná, kyprá a biologicky aktivní. Hnojením se může částečně ovlivnit velikost a počet

hlíz. Dobrá výživa ovlivňuje více počet hlíz, na druhé straně příznivé rozdělení srážek příznivě utváří jejich velikost. Kvalitu hlíz řídí vyrovnaná a dostatečná výživa (Vaněk et al. 2016).

Vokál et al. (2013) doplňuje, že rostlina bramboru přijímá živiny skoro po celou dobu své vegetace s největší intenzitou v období kvetení. 10 tun hlíz spolu s nadzemní částí a kořenu průměrně odebere živiny v množství 40-50 kg dusíku, 8,8 kg fosforu, 70 kg draslíku, 22 kg vápníku a 8,4 kg hořčíku.

3.4.2 Dusík

Dusík je jednou z nejdůležitějších makroživin pro růst rostlin a vývoj biomasy. Rostliny přijímají dusík převážně ve formě kationtu amonného a aniontu nitrátového. Dusík je součástí chlorofylu, aminokyselin, proteinů, nukleových kyselin a koenzymů. Rostlina bramboru vytvoří během svého vývoje velkou listovou plochu a tím i velké množství chlorofylu, kde dusík působí při výměně sluneční energie na chemickou. Na příznivý příjem dusíku mají pozitivní vliv dlouhé dny s co největší energií slunečního záření. Se zvyšujícím příjmem dusíku se může zvýšit podíl velkých hlíz. Velké hlízy však nejsou ideální pro čerstvou spotřebu či produkci sadby. Dusík dále ovlivňuje kvalitu brambor, a to především obsahem dusičnanů a následně i akrylamidu, a má největší vliv na průměrnou hmotnost hlíz (Zebarth et al. 2012). Potřeba dusíku je u rostlin bramboru poměrně nízká během prvních čtyř až pěti týdnů růstu. Tuberizace může být dokonce potlačena nebo zpožděna jeho vysokým přísunem. Během tohoto období dusík podporuje růst stonků, což snižuje dostupné množství sušiny pro hlízy. Hlízy však v pozdější fázi mohou těžit ze zvýšené nadzemní biomasy, kdy má dusík rozhodující vliv na počet a rychlost růstu listů. Během tvorby hlíz je rostlinou přijato 58-70 % z celkového množství dusíku (Zebarth & Rosen 2007).

Vokál et al. (2013) dodává, že má dusík přímý vliv na kvalitu a výnos brambor, avšak se zvyšováním dávky klesá účinnost dusíku. Tedy při nízkých dávkách dusíku na jeden hektar (50 kg) připadá na 1 kg dusíku přírůstek výnosu kolem 100-120 kg hlíz, zatímco u dávek dusíku nad 120 kg na jeden hektar přírůstek pouze 20-30 kg hlíz. Při dávkách nad 150 kg na hektar může nastat kontaminace podzemních vod. Dostatek dusíku znamená zvýšení výnosu, avšak od určité hranice pak dochází ke zhoršení kvality hlíz a je i vyšší nebezpečí napadení plísní bramborovou a skládkovými chorobami. A proto doporučenou dávkou je 80 kg N/ha.

Nedostatek dusíku

Při nedostatku dusíku v počátku vegetace dochází k omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, které vedou k omezení růstu rostlin a tvorby všech jejich důležitých orgánů. Rostliny jsou slabší a nižší, omezená tvorba listů a chlorofylu vede ke snížení fotosyntézy, a tím i k menší tvorbě biomasy. Snížená tvorba biomasy dále ovlivňuje růst kořenů, kdy může dojít například k potlačení růstu bočních kořenů. Výrazným nedostatkem dusíku je světlejší zabarvení rostlin. Porosty mají většinou kratší vegetační dobu, ale se snížením výnosu a kvality produkce. Pro okopaniny je žádoucí mít dostatek dusíku na počátku vegetace pro tvorbu listů, ke konci vegetace naopak omezené množství dusíku (Mengel & Kirkby 2001).

Nadbytek dusíku

Při nadbytku dusíku rostou rostliny bujně, jsou tmavě zelené a bohatě olistěné, tvoří však méně cukrů a pletiva nevyzrávají. Díky většímu povrchu rostlin a nižší pevnosti mechanických pletiv jsou rostliny náchylné k poléhání (Vaněk et al. 2016).

3.4.3 Fosfor

Fosfor ovlivňuje metabolismus rostlin prostřednictvím své role v přenosu buněčné energie, dýchání a fotosyntéze. Jedná se o živinu, která se nachází v nukleových kyselinách, koenzymech, fosfoproteinech a jako kyselina fytová ukládá živiny do semen. Rostlina tedy vyžaduje adekvátní přísun fosforu od nejranějších fází růstu až do dospělosti. Se zvyšující se dostupností fosforu v půdě se v hlíze brambor zvýší obsah sušiny, sníží celkový obsah cukru a zvýší obsah škrobu a proteinů. Dostatek fosforu příznivě ovlivňuje kvalitu hlíz, proto je při vyšších dávkách dusíku žádoucí vyšší hnojení fosforem. Dávky fosforu závisí na jeho obsahu v půdě a pohybují se v rozmezí 30-45 kg fosforu na hektar (Rosen et al. 2014).

Nedostatek fosforu

Nedostatek fosforu se u rostlin většinou projevuje latentně, bez zjevných příznaků. Jsou však omezeny biochemické funkce v rostlině. Rostliny brambor s dlouhodobým nedostatkem fosforu jsou menšího vzrůstu, vřetenějšího vzhledu a obecně pozadu ve vývoji hlavně na začátku sezóny. Listy mají tmavší barvu a na okrajích do šeda. Dále jsou užší, menší, vzpřímené a tuhé (Vaněk et al. 2016).

3.4.4 Draslík

Draslík je rostlinnou makroživinou hrající důležitou roli v růstu a rozvoji rostlin zejména pro zeleninu včetně brambor, protože požadavky brambor na draslík jsou po dusíku vyšší než u jakékoli jiné makroživiny (Bhattarai & Swarnima 2016). Funkcí draslíku je zlepšit translokaci fotosyntézy, enzymatickou aktivitu a syntézu bílkovin, sacharidů, tuků a je zodpovědný za vyšší produktivitu plodin (Mello et al. 2018). Naumann et al. (2020) dodává, že draslík může rostlinám pomoci přizpůsobit se biotickým a abiotickým stresorům, jako jsou patogeny, sucho a extrémní teploty.

Efektivní využití vody je ovlivňováno také optimálním draselným a hořečnatým hnojením, protože obě živiny umožňují produkci sacharidů při fotosyntéze, a i jejich distribuci v rostlině. S tím souvisí jejich funkce při regulaci vodního a plynného režimu zachováním osmotického gradientu mezi půdou a kořeny a řízení průduchů na listech. Novější studie dokazují, že dostupnost vody může zlepšit dlouhodobá výživa draslíkem (Führs & Elfrich 2012).

Ke hnojení se využívají různé formy draslíku jako je chlorid draselný, síran draselný a dusičnan draselný. Veškerá draselná hnojiva jsou ve vodě rozpustné soli a mají tedy rychlý účinek. Brambory však patří k plodinám nesnášejícím chlór, jelikož snižuje velikost škrobových zrn a tím zhoršuje technologické vlastnosti převážně u průmyslových brambor.

Hnojiva bez chlóru jsou však výrazně dražší, a tak se při dodržení dostatečného předstihu hnojení před výsadbou hnojí chloridovými draselnými hnojivy, především 60% draselnou solí. V závislosti na obsahu draslíku v půdě a statkovému hnojivu se doporučená dávka pohybuje v rozmezí 100-165 kg K/ha. Na půdách s dostatečnou zásobou draslíku se při hnojení draselnými hnojivy již většinou výnos hlíz nezvýší, zvláště po hnojení statkovými hnojivy (Vaněk et al. 2016).

Nedostatek draslíku

Nedostatek draslíku se u brambor může projevit i na stanovištích, kde je ho relativně dost, a to díky nepříznivým podmínkám pro jeho příjem (sucho, chlad). Dlouhodobý nedostatek draslíku vede u brambor ke snížení výnosu, zhoršení kvality hlíz a k zhoršení skladovatelnosti. Rostliny jsou snadněji poškozovány mrazem, obtížněji se regenerují a častěji jsou napadány houbovými chorobami. Pro nedostatek draslíku je charakteristické žloutnutí okrajů spodních listů, které následně zasychají a listové pletivo nekrotizuje. Při nízkém obsahu draslíku v hlízách brambor dochází na řezu k rychlému tmavnutí pletiv, což představuje potíže zejména při výrobě lupínků a hranolků (Vaněk et al. 2016).

3.4.5 Hořčík

Hořčík je důležitou živinou pro rostliny, jelikož je složkou molekuly chlorofylu, ovlivňuje fotosyntézu, dýchání a syntézu organických látek. Také se jedná o aktivátor enzymů v rostlině, které jsou zodpovědné za transportní procesy. Jedině tak se mohou vytvořené asimiláty v listové ploše dostat ke kořenům a postarat se o jejich vývoj. Dobře vyvinutý kořenový systém zanechává více organických látek v půdě a může lépe zpřístupnit zásoby vody.

Pokud jde o živiny přijímané plodinou brambor je hořčík na pátém místě. Je známo, že je klíčovým prvkem kvality brambor. Při dostatečném příjmu hořčíku dojde i ke zvýšení vitamínu C, snížení obsahu kyseliny chlorogenové a solaninu, snížení výskytu černání hlíz a ke zlepšení chuti. Význam je také u brambor pěstovaných pro průmyslové zpracování, protože zasahuje do asimilace a translokace fotoasimilátů, a díky tomu i na kvalitě hlíz, přispívá k optimálnímu výnosu hlíz a škrobu (Fernandes et al. 2011).

Zdrojem hořčíku je pro brambory hořčík půdní a v hnojivech. Ve srovnání s požadavky na plodiny udržovat vysoké výnosy je v půdě malé množství hořčíku uvolňovaného jílovými minerály. Faktory jako jsou vysoké nebo nízké pH půdy, vodní stres a konkurence s dalšími kationty může snížit příjem hořčíku rostlinami, i když jsou jeho koncentrace vysoké (Senbayram et al. 2015). Schachtschabel (1954) dodává, že plodiny absorbují hořčík z půdy hlavně prostřednictvím svých kořenů. Díky vysoce mobilní povaze iontu Mg^{2+} hrozí vyluhování z kořenové zóny silnými dešti zejména v kyselých půdách, což snižuje účinnost využití živin a výnos plodiny. Při těchto podmínkách a omezené dostupnosti hořčíku rostlinám je hnojení zásadní. Z hlediska výživy brambor má velký význam poměr Mg:Ca:K, Mg:NH₄ a Mg:H. Mimokořenová aplikace síranu hořečnatého díky vysoké koncentraci živin vede ke stabilitě natě brambor a udržuje aktivitu fotosyntézy (Elfrich 2011).

Nedostatek hořčíku

Nedostatek hořčíku se projevuje nižší tvorbou kořenů, zvyšuje se citlivost na světlo a vysokou teplotu, a především dochází k menšímu transportu asimilátů, což vede k chlorózám listů, hromadění sacharidů v nadzemních částech rostlin a snížení škrobnatosti hlíz. Nedostatek hořčíku se v rostlinách projevuje zprvu na starších plně rozvinutých listech, kde rostlina reaguje nižší intenzitou zeleného zbarvení, které postupně vede k nerovnoměrnému rozložení chlorofylu. Nedostatek hořčíku se může projevit jako předčasné dozrávání natě a zvýšení náchylnosti k alternariím. Nedostatek obsahu hořčíku v půdě můžeme upravit občasnou aplikací vápenatých hmot obsahujících hořčík ve vyšších dávkách či listovou výživou se současnou aplikací fungicidu (Elfrich 2011).

3.4.6 Vápník

Vápník se podílí na funkcích v rostlinné buňce, jež mají souvislost s kvalitou brambor. Je zvláště důležitý při růstu brambor, kde pomáhá k tvorbě silných, stabilních stěn buněk. Lze tedy očekávat, že je vápník nezbytný pro vytvoření a udržení pevnosti bramborové slupky. McGuire a Kelman (1984) prokázali, že vápník poskytuje hlízám vyšší odolnost vůči patogenům. Zjistili nižší závažnost bakteriální měkké hniloby způsobené bakterií *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* se zvýšenou koncentrací vápníku v hlízách. Dále pomáhá vápník rostlinám bramboru zvládnout stres horkem. Reguluje transport draslíku pro otevírání průduchů, minimalizuje vadnutí a poškození listů (Palta 2010).

Rostliny brambor mají poměrně vysoký příjem vápníku (2,2 kg Ca/t hlíz). Významně je ovlivněna tvorba a růst kořenů, při dostatku vápníku se vytváří bohatý kořenový systém s vyšší příjmovou kapacitou živin. Vápnění přímé není vhodné, neboť by se zvýšilo riziko napadení obecnou strupovitostí brambor. Ideální termín pro aplikaci dusičnanu vápenatého je fáze iniciace hlíz. Vápník se v rostlině pohybuje směrem nahoru, proto je lepší využít dusičnan vápenatý v granulární formě oproti foliární aplikaci, kdy vápník zůstává v listech (Vokál et al. 2013).

Nedostatek vápníku

Nedostatek vápníku se může projevit snížením tvorby kořenů, poruchami při růstu vegetačního vrcholu a vyšším opadem květů. Příčinou těchto poruch je převážně nedostatečný příjem vápníku z půdy, který je způsoben vysokým obsahem draslíku a také povětrnostními podmínkami (teplo a vlhko) zvyšující příjem draslíku oproti vápníku (Vaněk et al. 2016).

Delleman (2011) tvrdí, že dostatečný obsah vápníku v půdě nezaručí dostatečný obsah vápníku v rostlině bramboru. V období dlouhodobého sucha se může projevit zvláště nedostatek vápníku, kdy nedochází ke zhoršení kvality produkce, ale mohou klesat výnosy. Řešením nedostatku by mohlo být foliární hnojivo InCa, což je organické hnojivo s 5 % vápníku, 1 % zinku a rostlinným hormonem auxinem. Z pokusů vyplývá, že při trojí aplikaci hnojiva InCa v období iniciace hlíz došlo ke zvýšení celkového výnosu hlíz o 4-12 % a také ke zlepšení kvality sklizených hlíz.

Nadbytek vápníku

Vaněk et al. (2016) tvrdí, že nadbytek vápníku v prostředí způsobuje omezení dostupnosti manganu v půdách, a tím i nedostatek manganu v bramborách. Při nedostatku manganu u brambor je podporována obecná strupovitost hlíz.

3.4.7 Mikroelementy

Mikroelementům se v rostlinné výrobě věnuje stále větší pozornost, jelikož dochází k postupnému rozšíření nedostatku těchto mikroživin. Hlavními příčinami nedostatku je zintenzivnění systému pěstování, pěstování vysoce výnosných kultivarů plodin a moderní zavlažovací zařízení. Dalším faktorem přispívajícím k nedostatku mikroživin je upřednostňování chemických hnojiv nad organickými (Sarkar et al. 2018).

Mikroživiny mají velmi významnou roli v životně důležitých procesech rostlin. Zvyšují obsah chlorofylu v listech a zlepšují fotosyntézu, která zesiluje asimilační aktivitu celých rostlin (Tripathi et al. 2015). Vokál et al. (2013) tvrdí, že vícesložková minerální hnojiva do půdy s obsahem mikroživin jsou dražší než foliární aplikace mikroelementů. Foliární aplikace mikroživin jsou běžnější a účelnější především v období tvorby pupat až květu. Mohou řešit nedostatky příjmu konkrétního prvku a působí i protistresově. Listová aplikace roztoku mikroelementů (brambory mají specifické nároky na mikroelementy, zvláště na bór, měď, mangan, zinek a molybden) na bramborové listy zvýšila absorpci dusíku, fosforu a draslíku. Obsah chlorofylu a fotosyntéza podpořily nárůst hlíz a zvýšily výnos brambor. Zinek a mangan také ovlivňují obsah bílkovin a cukru v hlízách. Mikroživiny jsou tedy důležitými prvky stimuluji příjem jiných mikro a makroživin, pokud jsou aplikovány v optimální koncentraci, a to díky jejich interakčním účinkům (Singh & Singh 2019).

3.5 Stimulační a protistresové přípravky

Rostlinné biostimulanty jsou skupinou různorodých látek biologického původu či mikroorganismů, které jsou aplikovány na rostliny smáčením kořenů, postřikem na list nebo jejich kombinací. Neobsahují významnější množství aktivních látek, takže nemohou být považovány za hnojiva ani za přípravky na ochranu rostlin. Koncentrace používaných aplikovaných látek jsou velmi nízké a dost často se pohybují na spodní hranici potenciální fyziologické účinnosti.

Mezi hlavní účinky biostimulantů se řadí:

- podpora zakořenění
- zlepšení příjmu a využití živin
- zvýšení odolnosti vůči stresovým faktorům
- urychlení regenerace poškozených porostů
- zkvalitnění produktů a zvýšení výnosu (Yakhin et al. 2017).

Rostlinné biostimulanty podléhají registraci Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému a tvoří samostatnou skupinu v Registru hnojiv. Tuto skupinu definuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1009 ze dne 5. června 2019, kterým se

stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků EU na trh. Mezi hlavní aktivní složky, nacházející se v biostimulantech, se řadí výtažky z mořských řas, huminové kyseliny, fulvokyseliny, aminokyseliny, mikroorganismy a anorganické látky.

Řasy

Přípravky z řas jsou nejčastěji kapalné extrakty či suspenze v rozmezí barev od téměř bezbarvých po intenzivní hnědočernou. Stejně tak vůně, viskozita a obsah pevných látek se značně liší. Využívají se jak k listové aplikaci, tak i k aplikaci přímo do půdy. Vyznačují se rychlejším působením na rostliny a snazší dopravou látek. Současné komerční extrakty jsou vyráběny převážně z hnědých mořských řas *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* spp., *Ecklonia maxima*, *Sargassum* spp. a *Durvillaea* spp. (Craigie 2011).

Khan et al. (2009) tvrdí, že se v mořských řasách nachází mnoho látek stimulujících růst rostlin (auxiny, cytokininy, gibbereliny, polysacharidy, kyselina abscisová, minerály). I díky nim přináší přípravky z mořských řas vyšší výnosy, lepší růst a zdravotní stav. Mohou výrazně vylepšit fyzikální a biologické vlastnosti půd a to tím, že zvyšují celkovou pórovitost a schopnost zadržet půdní vláhu. Neméně významné je napomáhání rozvoji půdních bakterií a hub, které díky své činnosti spolu se sacharidy z řas podporují tvorbu půdních agregátů. Látky obsažené v řasách mohou být využity jako mikro i makroživiny. Důležité je však i jejich přímé působení na rostliny, protože bylo prokázáno, že zvýšení výnosu plodin nemůže být pouze důsledkem lepší půdní struktury. Mezi nejdůležitější účinky přímé aplikace na rostliny patří odolnost škůdcům, houbovým a bakteriálním chorobám, odolnost vůči mrazu a lepší skladovatelnost produktu. V současné době se na výrobu hnojiv využívá přibližně jedno procento mořských řas sklizených pro průmyslové účely.

Hnojiva z mořských řas nemají dostatečnou konkurenceschopnost vůči běžným NPK hnojivům, mohou se však používat společně s nimi, a tím zvyšovat jejich efektivitu a eventuálně snižovat cenu. Mimo jiné se využívají v ekologickém zemědělství či zahradnictví (McHugh 2003). Dhargalkar & Pereira (2005) dodává, že velkou výhodou hnojiv z mořských řas oproti běžným průmyslovým hnojivům je šetrnost k životnímu prostředí, jejich netoxičita a snadná biologická odbouratelnost.

López-Mosquera & Pazos (1997) prováděli pokus v severozápadním Španělsku, kde srovnávali hnojení mořskými řasami s použitím hnoje s NPK a nehnojenou variantou. Hnojení řasami mělo příznivý vliv na půdní reakci a s jejich aplikací 80 t/ha byl dosažen nejvyšší výnos 11,6 t/ha oproti 5,5 t/ha nehnojené varianty a 8,2 t/ha u varianty hnojené NPK a hnojem.

Huminové kyseliny

Huminové kyseliny v půdě tvoří jílovo-humusové komplexy, které na sebe vážou vodu a živiny. Jsou bohaté na minerální a organické látky, které jsou důležité při růstu rostlin. Dále zvyšují pufrovací schopnost půdy a mají regulační účinek na její hodnotu pH. Díky huminovým kyselinám dochází ke zlepšení struktury půdy a vytvářejí podmínky, které rostlina potřebuje pro dobrou penetraci kořenů. Mohou zlepšit fyzikálně-chemické vlastnosti a zvýšit úrodnost

půdy, především na namáhaných půdách s nedostatečným obsahem humusu. Pevné a kapalné produkty huminových kyselin se většinou získávají z měkkého hnědého uhlí, leonarditu (Jardin 2015).

Aminokyseliny

Aminokyseliny jsou stavebními kameny bílkovin. Ve výživě rostlin je přibližně dvacet důležitých aminokyselin. Za normálních okolností si je samotná rostlina dokáže vytvářet, avšak stres, jako je poškození mrazem, krupobití nebo sucho, může vést k neoptimální syntéze aminokyselin. Jedna či více aplikací kapalných aminokyselin často zajišťuje, že plodiny přežijí fáze stresu bez větších škod, a to i v kombinaci s postemergentními herbicidy nebo insekticidy, které jsou pro rostlinu také stresovým faktorem (Kemper 2020).

Mikroorganismy

Takzvané účinné mikroorganismy objevil počátkem 80. let japonský vědec Te-ruo Higa. Jedná se o směs různých regeneračních mikroorganismů, které v malém množství vytvářejí příznivé prostředí a zlepšují dostupnost živin v půdě (Kemper 2020).

Zájem o využití mykorhizy roste s ohledem na udržitelné zemědělství, a to díky přínosům symbióz při výživě (jak pro makroživiny, zejména fosfor, tak pro mikroživiny), vodní rovnováhu a ochranu rostlin před biotickým a abiotickým stresem (Jardin 2015).

Anorganické látky

Do anorganických látek obsažených v biostimulantech patří fosfonáty. Ty mají pozitivní účinky především na růst kořenů. Při pěstování brambor se fosfonáty s velkým úspěchem využívají již více jak dvacet let. Jejich aplikace při vytváření stolonů může zvýšit nárůst hlíz, při pozdějších aplikacích dochází k podpoře tvorby vlastních protilátek rostliny, které pak posilují kultury a činí je tak méně náchylné k abiotickým stresům (Kemper 2020).

4 Metodika

Pokus se prováděl na třech odrůdách, Vysočině, Antonii a Dominice. Nejprve byly založeny pokusné parcelky. Byly vyčleněny čtyři ošetřované řádky, z nichž vnitřní dva řádky tvořily sklizňovou parcelku. Pro každou variantu ošetření a kontroly bylo vyměřeno pět parcel (opakování), kde každá byla dlouhá deset metrů. Tedy každá ze tří odrůd měla takto připravené parcelky, na kterých byl založen pokus s následujícími variantami stimulačních přípravků v průběhu vegetace brambor:

1. Aplikace přípravku PlantAktiv v dávce 1 kg/ha v BBCH 10-12, dne 03.06.2021
2. Aplikace přípravku Galleko Univerzál v dávce 0,8 l/ha v BBCH 20; dne 12.06.2021; aplikace přípravku Galleko List v dávce 0,8 l/ha v BBCH 32-35, dne 02.07.2021
3. Kontrola bez aplikace stimulačních přípravků.

Veškeré přípravky byly aplikovány dle doporučení výrobce, a to pomocí zádového postřikovače z důvodu přesnosti a zamezení úletu postřiku.

Během vegetace byl proveden sběr deseti vrcholových listů ze čtyř opakování u odrůd Dominika a Antonie v termínech 30.06.2021, 25.07.2021 a 06.08.2021. Pomocí chlorofylmetru Minolta SPAD 502 byl zjištěn obsah chlorofylu v listech a pomocí přístroje Horiba Laquatwin NO₃ byl zjištěn obsah nitrátů v listech.

Vlastní sklizeň byla provedena ze všech sklizňových parcel. Nejprve se spočítal počet trsů, následně byl proveden ruční odkop a bylo provedeno vážení všech hlíz z parcelky. Brambory byly dále rozděleny dle frakcí (40-50 mm; 50-60 mm; nad 60 mm; odpad pod 40 mm) a zváženy. Výsledky byly zapsány do připravených tabulek dle jednotlivých dat odběru, umístění odběru a variantě.

4.1 Hospodaření rodinné farmy

Rodinná farma obhospodařuje 75 hektarů, z toho 50 hektarů orné půdy a 25 hektarů trvalých travních porostů. Farma se zaměřuje jak na rostlinnou, tak i živočišnou výrobu. V rostlinné výrobě pěstují pšenici, ječmen, kukuřici, brambory a jeteloviny. Pšenici ozimou pěstují pro potravinářské i krmné účely. Ječmen jarní pěstují pro krmné účely a kukuřici pěstují na siláž a spolu se senáží ji zkrmují dobytku. Dále každoročně obhospodařují tři hektary konzumních brambor. Sklizeň provádějí ručním sběrem a rovnou na poli dochází k třídění brambor na konzumní a odpad. Prodej brambor probíhá ze dvora a kvalitním sběrem si udržují stálé zákazníky. V neposlední řadě dodávají brambory do školních jídelen v blízkém okolí. V živočišné výrobě chovají masný typ plemene skotu Charolais. Základní stádo tvoří 25 matek a jeden plemenný býk. Zástav jalovic pravidelně prodávají a část jalovic si nechávají z důvodu omlazení stáda. Zástav býčků vykrmují do věku 24 měsíců a dále je dodávají na jatky.

4.2 Charakteristika pozemku

Oblast – v okolí města Staňkova a městyse Koloveč, okres Domažlice, Plzeňský kraj

Katastrální území – Strýčkovice

Název honu – Háje

Zemědělská výrobní oblast – bramborářská

Mapový čtverec – 840-1090

Nadmořská výška – 443,8 metrů

Výměra honu – 3,69 hektarů

Sklonitost pozemku – 2,82°

Půdní charakteristika – dle BPEJ 5.32.11 Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.

4.3 Použité odrůdy brambor

4.3.1 Antonia

Antonia se řadí mezi polorané odrůdy varného typu A. Jedná se o salátovou odrůdu s vysokou vnitřní i vnější kvalitou. Mezi její přednosti dále patří vysoký podíl středně velkých tržních hlíz a výborná dlouhodobá skladovatelnost. Hlízy mají oválný tvar, žlutou až žlutě sytou dužninu a hladkou slupku. Odrůda Antonie preferuje lepší půdy v dobrém stavu s dobrým přívodem živin a vláhovým režimem. Byla registrována roku 2008. Šlechtitelsky je Antonia dále rozvinutou odrůdou Belany, kterou převyšuje vyšším stabilním výnosem a velmi dobrou odolností proti suchu při pěstování.

4.3.2 Dominika

Dominika je poloraná odrůda varného typu A s velmi jemnou strukturou. Mezi její přednosti patří vynikající výtěžnost vyrovnaných hlíz a výborná stabilita barvy zasyrova i po uvaření. Hlízy jsou vzhledně oválného tvaru, slupka je jemná a hladká, barva dužniny je sytě žlutá. Jako pěstitelské doporučení se udává pěstování na půdách s rovnoměrným zásobením živinami včetně hořčíku a kvalitní ochranu proti plísni bramborové. Registrována v roce 2016.

4.3.3 Vysočina

Vysočina patří mezi rané až polorané odrůdy varného typu A/B s výbornou stolní hodnotou. Výnos této odrůdy je střední až vysoký, dále má dobrou skladovatelnost, ve skládce neklíčí. Vysočina je odolná mechanickému poškození a vysoce odolná obecné strupovitosti. Tvar hlíz je oválný a vyrovnaný, dužnina má žlutou barvu, slupka je hladká žlutá. Jako pěstitelské doporučení se uvádí včasná sadba do prohřáté vyhnojené půdy a kvalitní ochrana proti plísni bramborové. Odrůda registrována roku 2016.

4.4 Charakteristika přípravků

4.4.1 PlantAktiv

PlantAktiv, kyslíkem aktivovaný sulfát hořčíku, je pomocný rostlinný přípravek ve formě granulátu. Přípravek obecně zvyšuje výnosy. Aktivuje a pomáhá k množení aerobních bakterií potřebných k procesu mineralizace. Jejich činnost výrazně pomáhá k záhřevnosti půdy, ta se pak stává více savou a drobivou. Tvorba humusu se citelně zvyšuje, je podporován růst kořenů a urychluje se zralost plodin.

- Složení: 49 % MgSO₄; 51 % H₂O; 0,1 % K₂SO₄, CaSO₄; 0,4 % KCl, NaCl.
- Účinky u brambor: větší hlízy, lepší slupka, lepší výnosy a chuť.
- Doporučené dávkování pro brambory: termín aplikace od fáze 3-5 pravých listů, dávka 1 kg/ha, 200-400 l/ha postřikové kapaliny.

4.4.2 Galleko univerzál

Galleko univerzál má široké využití a je určený pro podporu růstu rostlin od vytvoření kořenů a listové plochy, po období hlavního růstu, až do kvetení a růstu plodů. Zvyšuje využití vláhy a dodané výživy. Vhodná je aplikace na porosty před příchodem prudkého ochlazení nebo období sucha. Podporuje tvorbu bohaté kořenové soustavy, zvýšení výkonu fotosyntézy, odolnost stresům a patogenům a tvorbu chlorofylu.

- Složení: spalitelné látky v sušině min. 33 %; huminové látky a jejich soli min. 10 %; Fe min. 0,14 %; Cu min. 0,11 %; Zn min. 0,12 %; Mn min. 0,10 %; MgO min. 0,28 %; SO₄ min. 2,4 %; Mo min. 0,14 %; B min. 0,12 %.
- Fyzikální vlastnosti: pH 8 až 9; vlhkost max. 79 %.
- Doporučené dávkování: od vzejití až do uzavření řádků; dávka 0,8 l/ha.

4.4.3 Galleko list

Galleko list je určený pro rostliny, které potřebují rychlý růst listů a rostlin všeobecně (podmínkou je dostatek vláhy). Regeneruje rostliny po chemickém a mechanickém poškození. Podporuje tvorbu nových listů a zvětšuje listy rostlin. Zvyšuje obsah zásobních látek. Má lepivý a smáčivý účinek. Zrychluje metabolismus a hospodaření s vodou. Zvyšuje koncentraci chlorofylu a výkon fotosyntézy.

- Složení: spalitelné látky v sušině min. 60 %; huminové látky a jejich soli min. 15 %; směs oligopeptidů a aminokyselin min. 7,5 %; výtažky z mořských řas min. 1,5 %; B min. 0,14 %.
- Fyzikální vlastnosti: vlhkost max. 75 %; pH 8 až 9.
- Doporučené dávkování: od počátku vzcházení do začátku kvetení; dávka 0,8 l/ha.

4.5 Agrotechnika pěstování

Předplodinou pro brambory byl ječmen jarní. Na podzim byl na pozemku zaorán chlévský hnůj od vlastního dobytka v dávce 40-50 t/ha. Na jaře bylo provedeno smykování pozemku a bylo rozmetadlem aplikováno hnojivo NPK. Poté bylo provedeno prokypření pozemku a osázení dvouřádkovým sazečem. Na jednotlivé varianty byl nejprve proveden postřik preemergentního herbicidu Sencor Liquid v tankmixu s herbicidem Command 36 CS. Po zapojení porostu byl pro první a druhé ošetření použit fungicid Ridomil Gold MZ Pepite a insekticid proti mandelince bramborové Mospilan 20 SP. Třetím a čtvrtým ošetřením byl fungicid Infinito, pátým a šestým fungicid Altima 500 SC. Z důvodu stálezelené nadměrné nadzemní biomasy došlo k drcení natě u všech tří odrůd. Sběr proběhl ručním výkopem.

4.5.1 Přehled agrotechnických zásahů

02.08.2020 – sklizeň předplodiny ječmene jarního
10.08.2020 – podmítka
25.10.2020 – hnojení chlévským hnojem v dávce 40-50 t/ha
26.10.2020 – orba do hloubky 25 cm
09.04.2021 – smykování pozemku
11.04.2021 – minerální hnojení 0,4 t/ha NPK + kypření radličkovým kultivátorem
12.04.2021 – výsadba
20.08.2021 – drcení natě u odrůd Vysočina a Dominika
30.08.2021 – drcení natě u odrůdy Antonia
01.09.2021 – sběr odrůdy Vysočina a Dominika
11.09.2021 – sběr odrůdy Antonia

4.5.2 Přehled aplikovaných postřiků

02.05.2021 – Sencor Liquid 0,75 l/ha + Command 36 CS 0,25 l/ha
03.06.2021 – PlantAktiv 1 kg/ha
12.06.2021 – Galleko univerzál 0,8 l/ha
22.06.2021 – Ridomil Gold MZ Pepite 2,5 kg/ha + Mospilan 20 SP 60 g/ha
02.07.2021 – Galleko list 0,8 l/ha
06.07.2021 – Ridomil Gold MZ Pepite 2,5 kg/ha + Mospilan 20 SP 60 g/ha
20.07.2021 – Infinito 1,5 l/ha
03.08.2021 – Infinito 1,5 l/ha
15.08.2021 – Altima 500 SC 0,3 l/ha
30.08.2021 – Altima 500 SC 0,3 l/ha u odrůdy Antonia

4.6 Meteorologické podmínky

Jarní příprava půdy byla doprovázena bezesrážkovým počasím, a tudíž bez problémů. Teplotně byl však duben podprůměrný, a to o víc jak 1 °C oproti normálu. Květen pokračoval v trendu z dubna, kdy byla průměrná denní teplota o 2 °C nižší, než je normál. Brambory se sázely 12. dubna, a takto chladné měsíce na začátku vegetace způsobily opožděné vzcházení zhruba o 14 dní. Květen byl zároveň srážkově velmi nadprůměrný. Na začátku května byly srážky vydatné, ale rovnoměrně rozloženy. V polovině května došlo k přívalovým dešťům, kdy během jednoho týdne napadlo kolem 70 mm srážek, což způsobilo problém nejen vzcházejícím rostlinám bramboru, ale zamezily i pohybu po poli. Letos proto nebyla provedena žádná z operací mechanické kultivace. Takovéto vlhkostní poměry mohou zapříčinit plíseň bramboru.

Červen i červenec sice zaznamenal nadprůměrné průměrné denní teploty oproti normálu, avšak srážky byly dostatečné. V červnu se srážky blížily normálu, v červenci byly srážky rozloženy do celého měsíce a dokonce o 51 % vyšší než je normál. Dostatek vody měly brambory i v srpnu s průměrnou teplotou téměř o 1 °C nižší než je normál. Počasí v září bylo pro sklizeň brambor ideální. Následky deštivých období se projevily především u odrůdy Dominika, která vykazovala růstové deformace. U všech odrůd se při sklizni zvýšil podíl hlíz napadených plísní bramboru oproti předchozím rokům.

Období 2014-2019 a až do dubna roku 2020 bylo extrémní z hlediska sucha, které bylo spojené s tím, že do České republiky nepřicházely od západu tak četné fronty přinášející vlhkost. Ve srovnání s rokem 2020, je rok 2021 diametrálně odlišný. Celkově tedy vegetační sezóna byla jen teplotně mírně nadprůměrná (+0,4 °C). Srážek v celkovém průměru na území republiky spadlo zhruba o 12 % více než v letech 1961-2000.

Tab. č. 1: Průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek za rok 2021

Měsíc	Datum	T e p l o t a				S r á ž k y			Měsíční		% srážek
		průměr denní	max.	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	4,3	22,4	- 11,0	10	6,4	6				
	11 - 20	5,3	19,9	- 10,2	6	7,0	9				
	21 - 30	8,9	19,8	- 7,6	9	3,6	3				
	1 - 30	6,2	22,4	- 11,0	25	17,0	18		7,4	33	51,5
Květen	1 - 10	10,2	29,7	- 4,2	4,0	37,1	5	1			
	11 - 20	11,4	29,1	0,1	0,0	73,7	7	3			
	21 - 31	10,7	19,5	- 2,0	5,0	9,8	8				
	1 - 31	10,8	29,7	- 4,2	9,0	120,6	20	4	12,8	56	215,4
Červen	1 - 10	17,8	27,2	- 1,9	1,0	3,5	2				
	11 - 20	21,6	34,0	2,2	0,0	0,3	2				
	21 - 30	19,6	31,1	10,5	0,0	68,6	3	5			
	1 - 30	19,7	34,0	- 1,9	1,0	72,4	7	5	15,8	68	106,5
Červenec	1 - 10	18,0	30,2	9,1	0,0	54,2	4	4			
	11 - 20	18,4	27,8	11,1	0,0	29,8	2	3			
	21 - 31	19,6	28,9	7,5	0,0	36,8	4	1			
	1 - 31	18,7	30,2	7,5	0,0	120,8	10	8	17,6	80	151,0
Srpen	1 - 10	16,6	26,4	6,4	0,0	24,5	6	2			
	11 - 20	18,5	30,4	7,3	0,0	4,4	5				
	21 - 31	14,5	25,4	6,1	0,0	27,7	8	3			
	1 - 31	16,4	30,4	6,1	0,0	56,6	19	5	17,1	70	80,9
Září	1 - 10	15,3	27,7	4,1	0,0	0,4	1				
	11 - 20	14,6	25,9	4,3	0,0	1,2	3				
	21 - 30	12,9	23,7	0,5	0,0	7,6	3	1			
	1 - 30	14,2	27,7	0,5	0,0	9,2	7	1	12,9	44	20,9

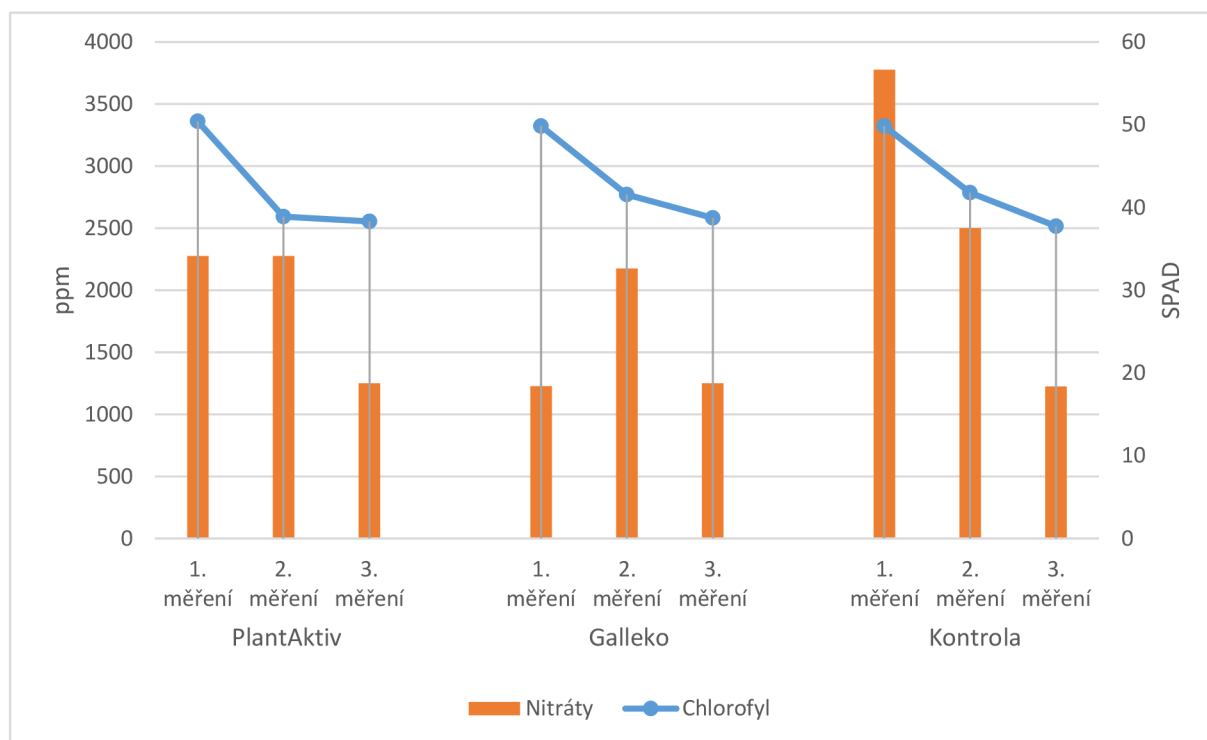
4.7 Statistické zhodnocení výsledků

Hodnoty pokusu byly vloženy do programu Excel, ve kterém byly následně vyhodnoceny a dále byly statisticky zpracovány metodou GLM (General Linear Model), jako analýza rozptylu ANOVA a následně byly podrobněji vyhodnocovány Tuckeyho testem. Statistické zpracování bylo provedeno ve statistickém programu SAS 9.4. Výstupy ze statistického a grafového zpracování byly uspořádány do grafů a s komentářem prezentovány v kapitole Výsledky.

5 Výsledky

5.1 Posouzení výživného stavu porostu během pokusu

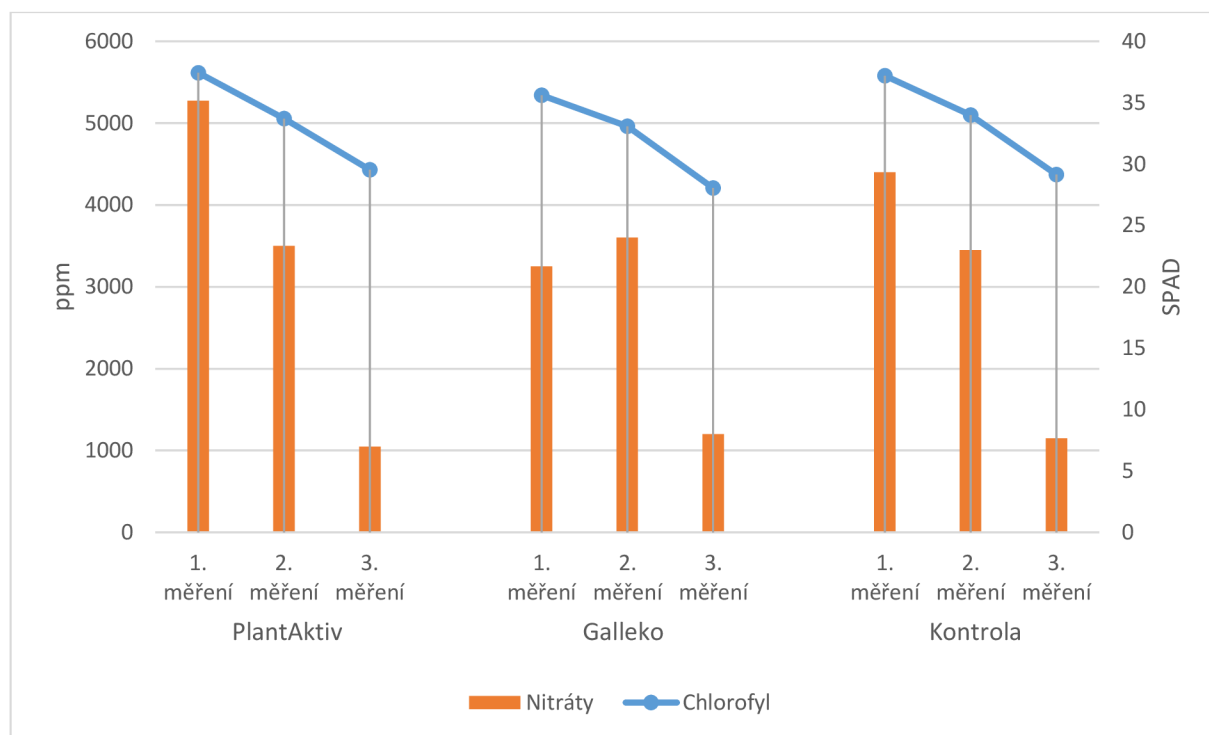
První hodnocení sloužilo k zachycení účinků přípravků PlantAktiv (aplikovaný v dávce 1 kg/ha 03.06.2021) a Galleko univerzál (0,8 l/ha aplikovaný 12.06.2021). Druhé měření zachytilo účinky přípravku Galleko list (0,8 l/ha aplikovaný 02.07.2021). Třetí měření, které proběhlo 06.08.2021, sloužilo k posouzení poklesu nitrátů a chlorofylu po období intenzivního nárůstu hlíz a blížící se sklizni.



Graf 2 Obsah NO_3 v listech stanovený pomocí přístroje Horiba Laquatwin a hodnoty SPAD u odrůdy Dominika

Z grafu č. 2 je patrné, že největší průměrnou ztrátu (pokles) nitrátů mezi 1. a 3. měřením měla varianta kontrolní, kde došlo ke ztrátě 2 550 ppm. Varianta PlantAktiv si nitráty v průměru o hodnotě 2 275 ppm dokázala udržet, a pokles nastal až v období mezi 2. a 3. měřením. Průměrná hodnota 1 250 ppm získaná při třetím měření znamená pokles od 1. měření o 1 025 ppm. U varianty Galleko došlo k nárůstu hodnot ppm až po druhé aplikaci přípravku. Od 1. do 2. měření došlo k nárůstu nitrátů v průměru o 947 ppm. Při 3. měření vykazovaly varianty velmi podobné výsledky, varianty PlantAktiv a Galleko 1 250 ppm, kontrola 1 225 ppm. Hodnoty ppm nekorelují s hodnotami SPAD. Výraznější průměrný pokles hodnot SPAD vykazovala mezi 1. a 2. měřením varianta PlantAktiv, kde došlo k poklesu z hodnoty 50,4 na 38,9.

Ve srovnání s grafem č. 2 je z grafu č. 3 zřetelné rozdílné působení přípravku PlantAktiv u druhé odrůdy Antonie. Průměrné hodnoty ppm u všech variant byly během 1. a 2. měření vyšší (nad 3000 ppm) u odrůdy Antonie, avšak u 3. měření zaznamenala i odrůda Antonie u všech variant nižší hodnoty než u předešlých měření.



Graf 3 Obsah NO_3 v listech stanovený pomocí přístroje Horiba Laquatwin a hodnoty SPAD u odrůdy Antonie

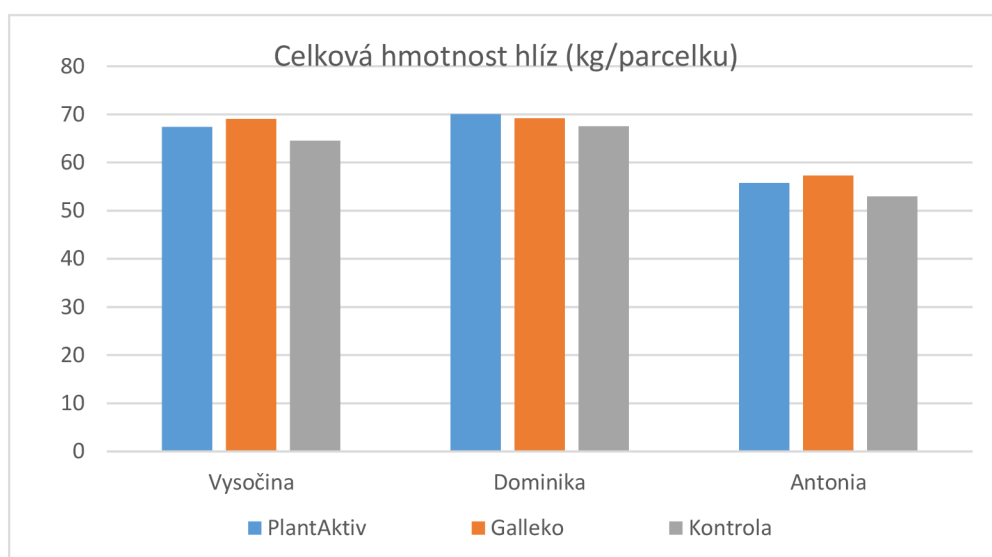
Z grafu č. 3 je dále patrný největší průměrná ztráta (pokles) nitrátů u varianty PlantAktiv, kde při 1. měření bylo naměřeno 5 275 ppm a při 3. měření 1 047 ppm, což je rozdíl o 4 228 ppm. U varianty kontrola taktéž došlo k výraznému úbytku nitrátů mezi 1. a 3. měřením, kde rozdíl činil jen 3 250 ppm. Varianta Galleko u odrůdy Antonie vykázala stejné účinky přípravku jako u odrůdy Dominika, kde došlo ke zvýšení nitrátů mezi 1. a 2. měřením z 3 250 ppm na 3 600 ppm a zároveň si varianta Galleko zachovala při 3. měření nejvíce nitrátů v listech (1 200 ppm) oproti variantám PlantAktiv (1 047 ppm) a kontrole (1 150 ppm). Průměrné hodnoty SPAD nekorespondují s průměrnými hodnotami ppm. Celkově jsou hodnoty SPAD nižší u odrůdy Antonie než u odrůdy Dominika. U odrůdy Antonie se nezávisle na variantě pohybovaly hodnoty SPAD mezi 37,5-28,1 oproti hodnotám odrůdy Dominiky mezi 50,4-37,8 SPAD.

5.2 Vliv variant přípravků na výnos a velikostní frakce

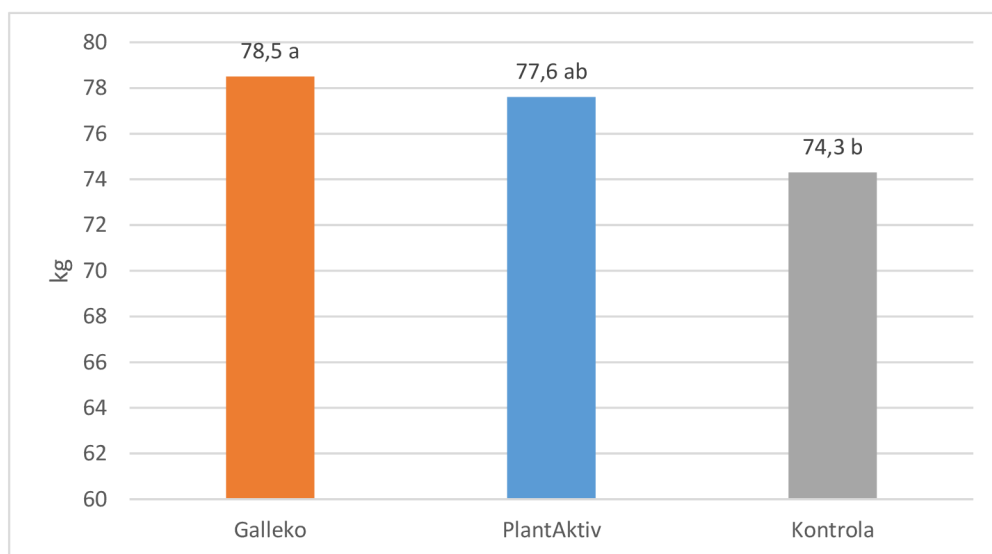
5.2.1 Průměrný výnos hlíz z parcelky

Podobně jako odlišný trend ve vývoji SPAD hodnot (obsahu chlorofylu v listech) a obsahu nitrátů v listech byla i hmotnost hlíz u jednotlivých odrůd a ošetření jiná (Graf 4).

Z grafu č. 4 je patrné, že odrůda Dominika dosáhla nejvyšší průměrné hmotnosti hlíz (oproti ostatním odrůdám v pokusu) a kde ošetření přípravkem PlantAktiv a Galleko zajistilo nejvyšší hmotnosti hlíz v pokuse. Avšak přírůstek výnosu u ošetřených variant u odrůdy Dominika oproti kontrole byl nižší než u odrůdy Antonia či Vysočina (zde přírůstek hmotnosti hlíz byl u ošetřených variant oproti kontrole vyšší).



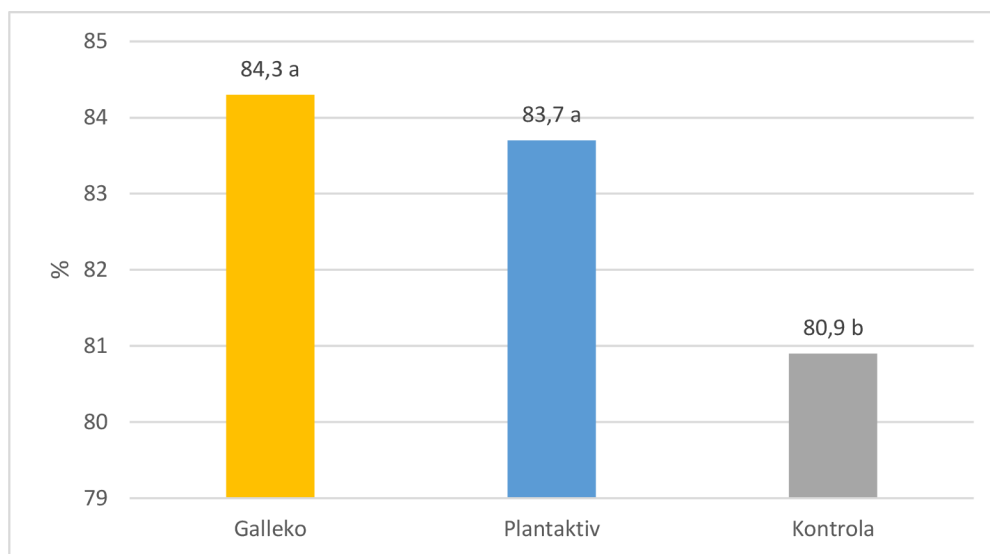
Graf 4 Vliv varianty přípravku na průměrnou hmotnost hlíz z parcelky u jednotlivých odrůd



Graf 5 Vliv varianty přípravku na průměrnou hmotnost hlíz z parcelky v kilogramech, průměr všech tří odrůd (HSD = 3,3843; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Z grafu č. 5 je patrné, že nejvyšší hmotnost hlíz byla zjištěna na variantě Galleko, která dosáhla hmotnosti hlíz 78,5 kg, což je o 4,2 kg více než u kontroly. Tento rozdíl mezi uvedenou variantou Galleko a kontrolou je statisticky průkazný. Avšak rozdíl proti variantě PlantAktiv nepřesáhl hranici průkaznosti. U varianty PlantAktiv tak byla zjištěna průměrná hmotnost hlíz z parcelky o 3,3 kg vyšší proti kontrole a rozdíl tak nebyl statisticky průkazný.

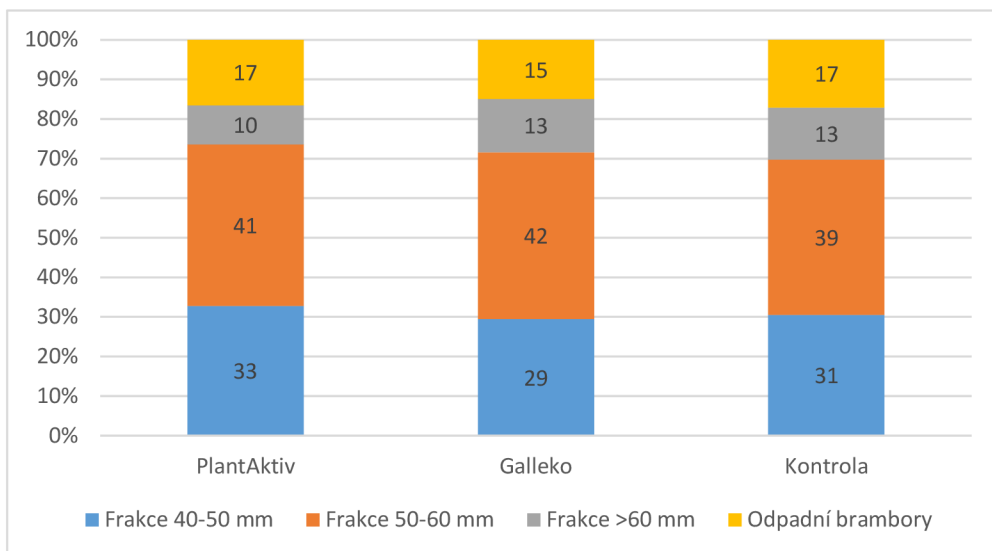
5.2.2 Tržní výtěžnost hlíz – podíl hlíz konzumní velikosti



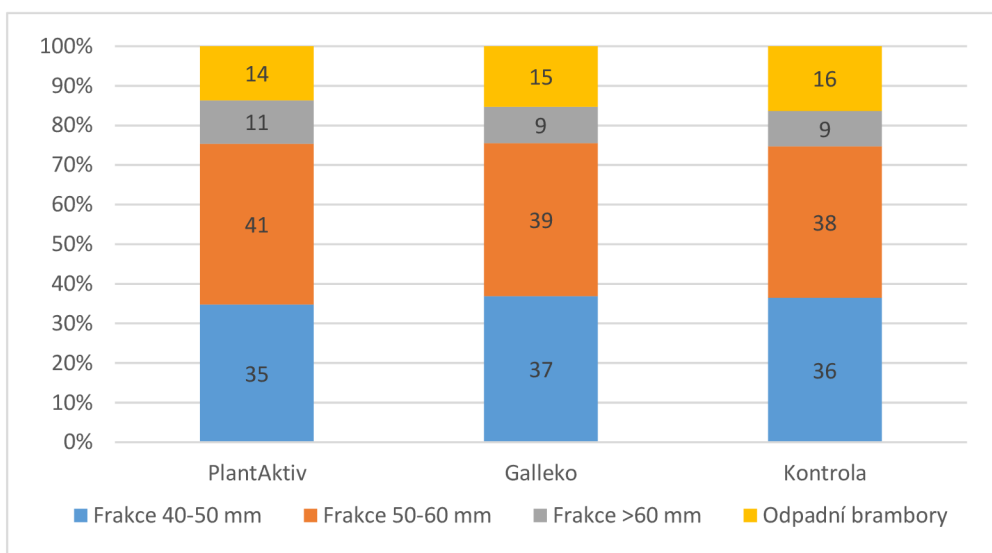
Graf 6 Vliv varianty přípravku na tržní výtěžnost hlíz v % (HSD = 1,7678; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf č. 6 udává vliv přípravku na tržní výtěžnost, kde nejlépe hodnocená byla varianta Galleko, která vykázala 84,3 % tržních hlíz. Za ní byla varianta PlantAktiv s 83,7 % tržních hlíz. Rozdíl obou těchto variant v tržní výtěžnosti byl statisticky významný proti kontrole, jejíž tržní výtěžnost byla pouhých 80,9 %.

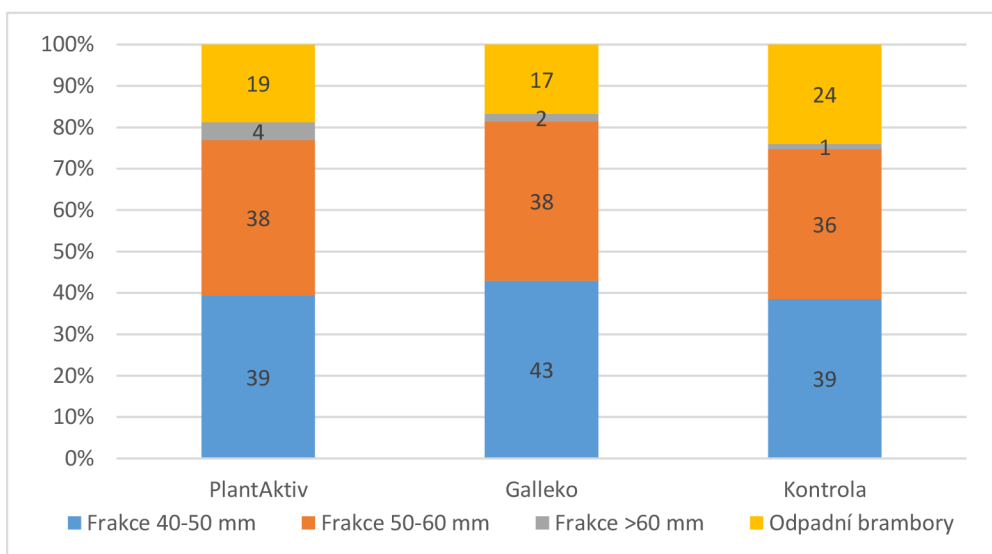
Podrobné zhodnocení velikosti hlíz u jednotlivých odrůd a variant ošetření znázorňují následující grafy č. 7, 8 a 9. U všech odrůd najdeme vyšší podíl větších hlíz (tj. frakci 50-60 mm a nad 60 mm) u variant ošetřených právě přípravky Galleko a PlantAktiv. Zároveň je patrné, že u všech tří odrůd je podíl odpadních brambor největší u kontroly oproti variantám PlantAktiv a Galleko. Nejvíce je vliv přípravků zřejmý u odrůdy Antonie, kde podíl odpadních brambor u kontroly dosáhl 24 %. To je významný rozdíl oproti 17 % odpadních brambor varianty Galleko a 19 % varianty PlantAktiv. Z podílu tržních hlíz je vidět lepší účinek přípravku Galleko u odrůdy Vysočina a Antonie. U odrůdy Dominika lépe účinkoval a zvyšoval podíl tržních hlíz přípravek PlantAktiv.



Graf 7 Vliv přípravků na velikostní frakce v % u odrůdy Vysočina



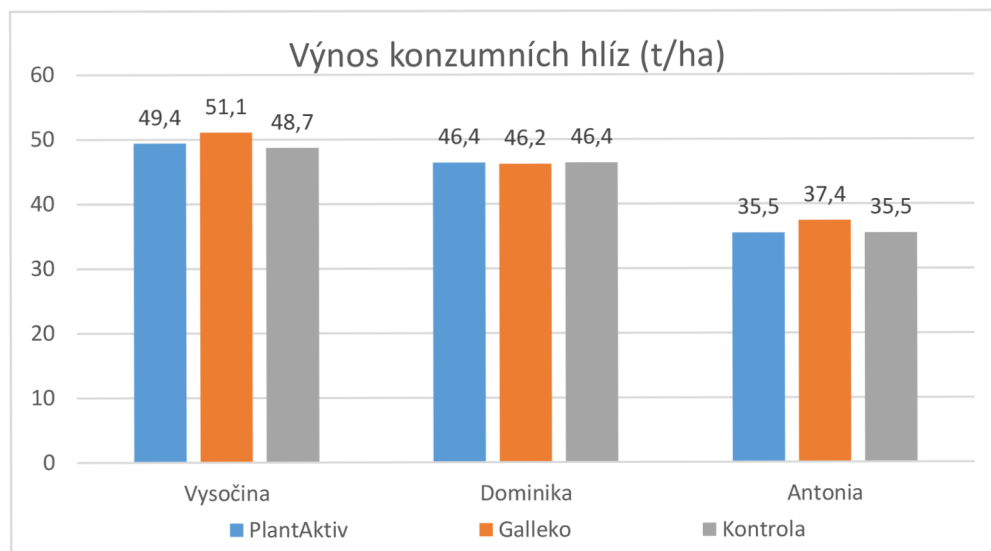
Graf 8 Vliv přípravků na velikostní frakce v % u odrůdy Dominika



Graf 9 Vliv přípravků na velikostní frakce v % u odrůdy Antonie

5.2.3 Přepočtený výnos konzumních hlíz (t/ha)

Zjištěné hmotnosti hlíz z jednotlivých parcelk byly přepočteny na výnos konzumních hlíz (při počtu 42 tis. trsů/ha).

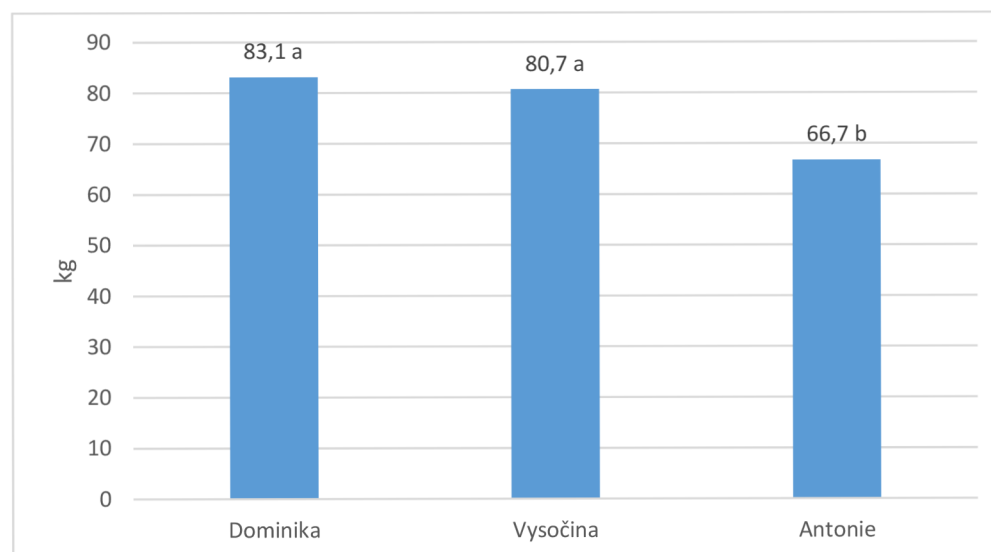


Graf 10 Vliv přípravků na výnos konzumních hlíz (t/ha) při přepočteném počtu 42 tis. trsů/ha

Přepočtený výnos hlíz dává reálnější představu o dosažených výnosech z jednoho hektaru tak, jak je běžné produkční výsledky také uvádět a porovnávat.

5.3 Vliv odrůdy na výnos hlíz

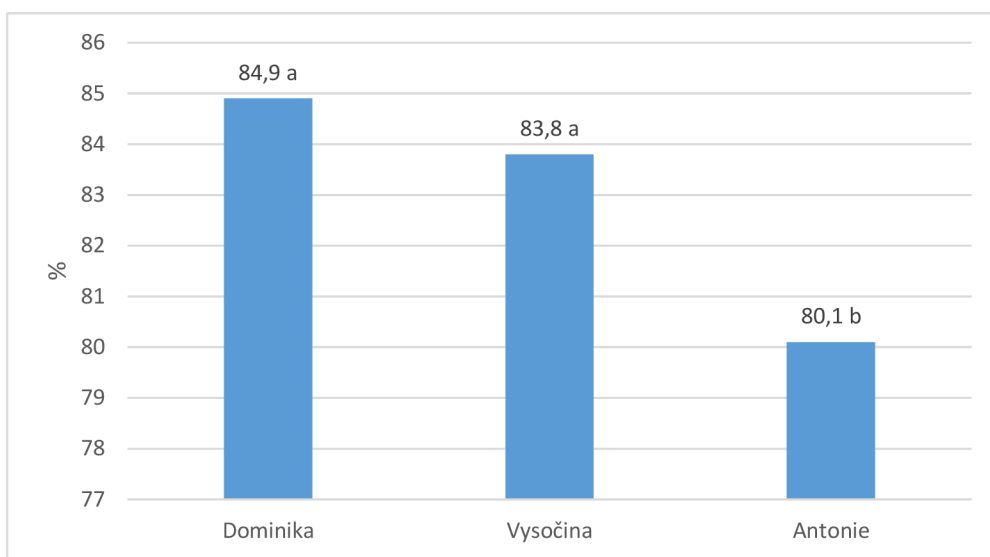
5.3.1 Průměrná hmotnost hlíz z parcelky



Graf 11 Vliv odrůdy na průměrnou hmotnost hlíz z parcelky, průměr všech pokusných variant (HSD = 3,3843; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Podle statistického hodnocení je zřejmé, že nejvyšší průměrnou hmotnost hlíz z parcelky má odrůda Dominika s 83,1 kg. Hned za ní je odrůda Vysočina s průměrným výnosem z parcelky 80,7 kg. Nejnižších hodnot zaznamenala odrůda Antonia, která měla průměrný výnos z parcelky 66,7 kg, což je oproti Dominice rozdíl o 16,4 kg. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny mezi odrůdou Antonie a ostatními dvěma odrůdami (Graf 11).

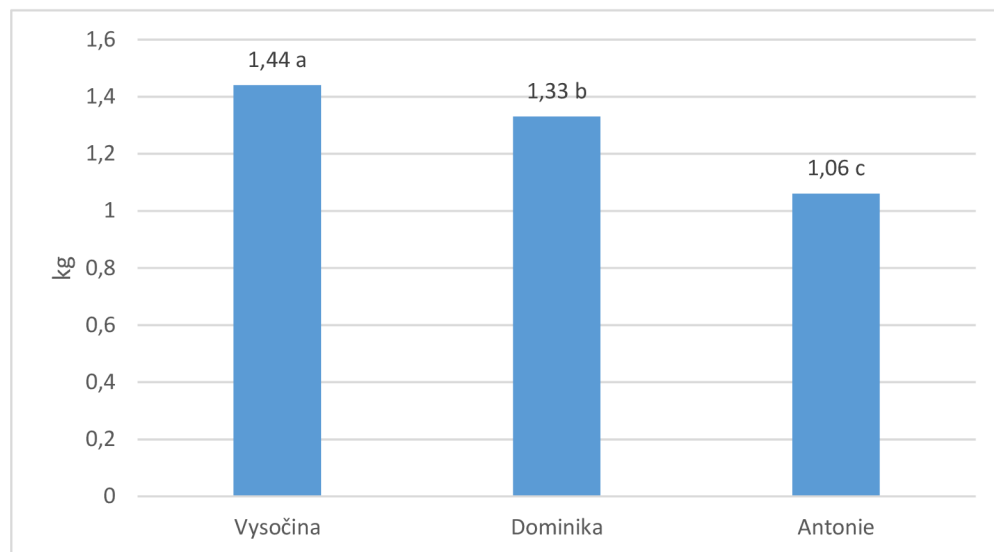
5.3.2 Tržní výtěžnost



Graf 12 Vliv odrůdy na tržní výtěžnost hlíz v % (HSD = 1,7678; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Graf č. 12 ukazuje vliv genotypu odrůdy na tržní výtěžnost hlíz, kde nejlepší výsledky má odrůda Dominika (84,9 % tržních hlíz) a Vysočina (83,8 % tržních hlíz). Rozdíl výsledků tržní výtěžnosti těchto odrůd byl statisticky významný oproti odrůdě Antonie, jejíž hodnota dosáhla 80,1 % tržních hlíz.

5.3.3 Průměrná hmotnost hlíz pod jedním trsem



Graf 13 Vliv odrůdy na průměrnou hmotnost hlíz pod jedním trsem, průměr všech pokusných variant (HSD = 0,0826)

Graf č. 13 uvádí statisticky významné rozdíly mezi odrůdami Vysočina, Dominika a Antonie v průměrné hmotnosti hlíz pod jedním trsem, a tedy i průkazný vliv odrůdy na hmotnost hlíz pod trsem. Největší hmotnost hlíz pod trsem vykazala odrůda Vysočina s 1,44 kg, což je rozdíl oproti nejmenší hmotnosti odrůdy Antonie (1,06 kg) o 0,38 kg. Jako prostřední se umístila odrůda Dominika s průměrnou hmotností pod trsem 1,33 kg.

6 Diskuze

V poslední době se na trhu vyskytuje čím dál tím více nových přípravků s přízviskem stimulačních rostlinných přípravků. Výrobci těchto přípravků garantují pozitivní vliv na rostliny, a to působením přírodních či daných účinných látek. Pomocné přípravky by měly zlepšit zdravotní stav rostlin, podpořit příjem živin a fotosyntézu, v neposlední řadě také umožnit rostlinám lépe snášet stresové faktory působící po celou dobu vegetace. Je však potřeba znát přesné působení přípravku, jeho vliv na fyziologii rostlin a zajistit opravdový přínos přípravků při správné aplikaci v pěstitelských technologiích.

Pro posouzení výživného stavu porostu byly použity vrcholové listy. Li et al. (2012) při svém experimentu z Číny v letech 2009 a 2010 došli k závěru, že při měření chlorofylmetrem je pro diagnostiku stavu dusíku nejvhodnější místo na vrcholu listu, ve vrcholovém lístku čtvrtého složeného listu rostliny brambor, jelikož vykazuje menší variabilitu a také větší citlivost na obsah dusíku. Z výsledků uvedených v předchozí kapitole se neprojevil výrazný rozdíl mezi hodnotami SPAD mezi kontrolou a aplikovanými přípravky. Zarzecka et al. (2021) však při svém pokusu z let 2012-2014 v Polsku zjistili, že index zelenosti listu byl ovlivněn aplikací herbicidů a biostimulantů, které zvýšily hodnoty SPAD oproti kontrole. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny při kombinované aplikaci herbicidů a biostimulantů. Při měření obsahu NO_3 v listech přístrojem Horiba byly zaznamenány rozdíly jak mezi odrůdami, tak mezi jednotlivými variantami. Při srovnání s běžným měřením nitrátů ze stonku se však hodnoty oproti měření z listu liší. Dle Hochmutha (1994) by se měl obsah NO_3 u vzorků odebraných ze stonku při prvních otevřených květech pohybovat od 1200 do 1400 ppm a při 100 % otevřených květů mezi 900-1200 ppm.

Při zkoumání účinnosti dvou vybraných přípravků, Galleko a PlantAktiv, oba pozitivně ovlivnily tržní výtěžnost hlíz a celkový výnos tržních hlíz z hektaru v závislosti na odrůdě. Nejlepší výsledky vykázal přípravek Galleko na odrůdě Vysočina, kde byl celkový výnos konzumních hlíz o 2,4 t/ha vyšší oproti kontrole. Pozitivní vliv přípravku Galleko uvádí ve svém článku i Šotik (2020). Uvádí poloprovozní pokus z roku 2018 v lokalitě Malé Leváre (Slovensko), kde byly aplikovány přípravky Galleko univerzál a list spolu s Galleko květ a plod. Při kontrole porostu byla viditelná větší listová plocha a lepší uzavření řádků. Aplikace přípravků Galleko napomohla ke zvýšení úrody o 10 % v porovnání s kontrolou (pokus 61,10 t/ha, kontrola 54,75 t/ha). O tom, že se nejednalo o náhodu, dokazují i výsledky z maloparcelkových pokusů z let 2018 a 2019, které probíhali na České zemědělské univerzitě v Praze na lokalitě v Uhříněvsi. Přínos a potřebnost aplikace přípravků Galleko dobře vystihuje Ing. Petr Dvořák, Ph.D. ve své závěrečné zprávě: „Na základě výše uvedených závěrů shledávám výsledky za velmi přínosné, neboť byly získány za vegetace, ve které dominoval především deficit srážek v klíčových fázích růstu a použité ošetření u všech variant zajistilo více než 13% navýšení výnosu konzumních hlíz. Výsledky i v těchto vláhově nepříznivých podmínkách dokreslují účinnost a potřebnost takovýchto přípravků i v kontextu protistresové ochrany.“ (Dvořák et al. 2021) Jak již bylo dříve zmíněno, přípravky Galleko obsahují výtažky z mořských řas. Jejich účinnost uvádí i Haider et al. (2012). Výsledky z pokusu z Pákistánu prokázaly pozitivní vliv aplikace na list brambor extraktem z mořských řas zejména 30. a 60. den od výsadby na růst, výnos i kvalitu hlíz. Blunden & Wildgoose (1977) také zkoumali vliv

aplikace kapalného extraktu na výnos brambor a prokázali, že došlo ke zvýšení výnosu zejména tržního podílu hlíz. Dodávají, že za zvýšení výnosu s nejvyšší pravděpodobností stojí obsah růstových látek – cytokininu.

Přípravek PlantAktiv měl pozitivní vliv na výnos konzumních hlíz jen u odrůdy Vysočina. U odrůd Dominika a Antonie byl výnos hlíz po aplikaci PlantAktiv srovnatelný s kontrolou. Česká zemědělská univerzita v Praze provedla pokus v Uhřetěbově, kde cílem bylo doporučení pro pěstitele škrobářských odrůd. Zvolena byla rozšířená odrůda Dominátor a pokus probíhal v letech 2018-2020. Aplikován byl přípravek PlantAktiv (30.5.-2.6.) a přípravek SuperPhos+Cu (28.6.). Ve všech třech letech byl prokázán zvýšený výnos hlíz s tříletým průměrem +3,6 t i výnos škrobu s tříletým průměrem +0,7 t (Dvořák 2021).

Diviš et al. (2017) také zkoumal vliv pomocných rostlinných přípravků s obsahem biologicky aktivních látek u vybraných odrůd brambor (Monika a Jolana). Pokus byl proveden v roce 2016 na dvou lokalitách, České Budějovice a Valečov, a aplikovány byly pomocné přípravky Albit, Energen Fulhum a Energen 3D smácedlo. V případě odrůdy Monika došlo ke zvýšení výnosu hlíz pouze na stanovišti Valečov, naopak v lokalitě České Budějovice bylo dosaženo nižšího výnosu ve srovnání s kontrolou. Výsledky z tohoto pokusu ukazují, že projev pomocných rostlinných přípravků je ovlivněn podmínkami stanoviště, odrůdou a průběhem počasí během celé vegetace. V roce 2016 však průběh teplot vzduchu a suma srážek nevytvářely v době vegetace období sucha, která by se výrazně projevila na vegetaci brambor. Autoři tak dodávají, že aplikace pomocných rostlinných přípravků ve sledovaném roce 2016 nepřinesla jednoznačně pozitivní působení a efekt. Avšak dodávají, že včasnou listovou aplikací pomocných přípravků je možno připravit rostlinu na stresové faktory, které mohou působit během celé vegetace.

Naproti tomu výsledky z polního pokusu z roku 2021 byly velmi ovlivněny vnějšími faktory. Největší vliv na pokus mělo především počasí, které bylo oproti předchozím letům srážkově nadprůměrné a rostliny tak suchem v kritických fázích růstu netrpěly. Díky deštivému období se však projevovaly růstové deformace hlíz a větší počet hlíz byl také napaden plísní bramboru. Všechny tyto faktory mohly být příčinou zkreslení výsledků, a proto by bylo dobré, aby byl pokus zopakován i v následujících letech, aby byla prokázána účinnost pomocných přípravků i v jiných povětrnostních podmínkách.

Při využití výsledků pokusu v zemědělské praxi se domnívám, že budou-li v případě víceletého pozorování přípravky vykazovat přinejmenším některé roky příznivý výnosový efekt (jako v roce 2021 Galleko), bylo by vhodné je používat. Náklady při používání pomocných přípravků se pohybují v řádu několika set Kč/ha, jelikož se aplikují v tankmixu společně s přípravky na ochranu rostlin, avšak zvýšením výnosu tržních hlíz i jen o jednu tunu může představovat zvýšení tržeb o několik tisíc Kč/ha. Například 1 kg přípravku PlantAktiv stojí dle ceníku pro rok 2021 společnosti Lukrom 395 Kč, aplikace přípravku (1 kg/ha) tedy vyjde na necelých 395 Kč. Samotná aplikace PlantAktivu však nezajistí razantnější zvýšení výnosu, proto doporučuji kombinovat s dalšími přípravky z řady AktiFer. Společnost VP Agro uvádí cenu za přípravek Galleko univerzál 756 Kč/l a za Galleko list 700 Kč/l. Při aplikaci 0,8 l/ha přípravků Galleko jsou náklady za oba přípravky 1 165 Kč/ha.

7 Závěr

V této diplomové práci byl hodnocen vliv přírodních látek ve dvou stimulačních přípravcích, Galleko a PlantAktiv, na základě výsledků polního pokusu z roku 2021 na rodinné farmě v Plzeňském kraji. Pěstování proběhlo v zemědělském podniku za běžného režimu s konvenčním způsobem hospodaření. Z pokusných výsledků byly zjištěny následující závěry:

Celkově největší vliv na rostliny bramboru měly přípravky z řady Galleko obsahující především huminové látky, výtažky z mořských řas a aminokyseliny.

Dvojitá dávka přípravku Galleko nejlépe odrazila výživný stav porostu brambor, kde došlo k viditelnému nárůstu nitrátů mezi prvním a druhým měřením a ke třetímu měření si zachovala nejvíce nitrátů oproti přípravku PlantAktiv a kontrole.

I v tržní výtěžnosti byla nejlépe hodnocená varianta Galleko, která vykázala 84,3 % tržních hlíz. Na druhém místě se umístil přípravek PlantAktiv. Rozdíl obou těchto variant v tržní výtěžnosti byl statisticky významný oproti kontrole.

Zároveň je patrné, že u všech tří odrůd je podíl odpadních brambor největší u kontroly oproti variantám PlantAktiv a Galleko. Nejvíce je vliv přípravků zřejmý u odrůdy Antonie, kde podíl odpadních brambor u kontroly dosáhl 24 %. To je významný rozdíl oproti 17 % odpadních brambor varianty Galleko a 19 % varianty PlantAktiv. Z podílu tržních hlíz je vidět lepší účinek přípravku Galleko u odrůdy Vysočina a Antonie. U odrůdy Dominika lépe účinkoval a zvyšoval podíl tržních hlíz přípravek PlantAktiv.

Z porovnání tří pokusných odrůd byl zjištěn průkazný vliv odrůdy na tržní výtěžnost. Ukázalo se, že rozdíl výsledků odrůdy Antonie, jejíž hodnota dosáhla 80,1 % tržních hlíz, je statisticky významný oproti odrůdám Dominika (84,9 % tržních hlíz) a Vysočina (83,8 % tržních hlíz).

Z výsledků a při porovnání s ostatními pokusy týkajícími se pomocných rostlinných přípravků lze soudit, že projev vlivu přírodních látek závisel na průběhu počasí během vegetace, na podmínkách stanoviště i na výběru zvolených odrůd, Vysočina, Dominika a Antonie, které měly odlišné charakteristiky a díky tomu i rozdílné reakce.

Pokus na rodinné farmě v roce 2021 byl pouze jednoletý a jeho výsledky tedy nelze zobecňovat. Doporučuji, aby se v polním pokusu pokračovalo i v dalších letech a se stejnou metodikou i na dalších místech v České republice.

Při využití výsledků pro zemědělskou praxi se domnívám, že pokud budou ověřované přípravky vykazovat při víceletém pozorování alespoň v některých letech příznivý efekt či pokud se objeví v kritických fázích růstu rostliny bramboru období sucha a přípravky zajistí stabilní výnosový efekt, vyplatí se je používat. Náklady spojené s aplikací pomocných přípravků jsou velmi nízké, avšak zvýšení výnosu může znamenat zvýšení tržeb i o několik tisíc Kč/ha.

8 Literatura

Al-Mughrabi KI. 2007. Suppression of *Phytophthora infestans* in Potatoes by Foliar Application of Food Nutrients and Compost Tea. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, **1**:785-792.

Bhattarai B, Swarnima KC. 2016. Effect of Potassium on Quality and Yield of Potato tubers – A Review. SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science **3**:7-12.

Bláha L, Bocková R, Hnilička F, Hniličková H, Holubec V, Möllerová J, Štolcová J, Zieglerová J. 2003. Rostlina a stres. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Blum A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potencial – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive?. Australian Journal of Agricultural Research **56**:1159-1168.

Blunden G, Wildgoose PB. 1997. The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. Journal of the Science of Food and Agriculture **28**:121–125.

Carrão H, Naumann G, Barbosa P. 2016. Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. Glob. Environ. Chang. **39**:108–124.

Craigie JS. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology **23**:371-393.

Čížek M. 2017. Ekonomika a rentabilita výroby brambor. Pages 22-25 in Králíček J, editor. Stabilita a produkce brambor s využitím agrotechnických a půdoochráných technologií. Agrární komora České republiky, Praha.

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

Dhargalkar VK, Pereira N. 2005. Seaweed: Promising Plant of the Millennium. Science and culture **71**:60-66.

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

Domkářová J, Vokál B, Horáčková V, Švecová R. 2015. Reakce odrůd bramboru na změny klimatických podmínek. Pages 59-62 in Zedek V, Mládková A, Holubec V, editors. Genetické zdroje rostlin a změna klimatu. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Dvořák P, Tomášek J, Procházka P, Mičák L, Mičáková A. 2021. Ověření přípravků Galleko v polních pokusech – pšenice jarní, ječmen jarní, brambory, sója, kukuřice, cukrová řepa. Výzkumná zpráva pro Galleko s.r.o. za rok 2021. Galleko s.r.o., Praha.

- Elfrich R. 2011. Blattdüngung mit Magnesiumsulfat gegen Pflanzenstress. Kartoffelbau **62**:44-47.
- Fernandes AM, Soratto RP, Silva BL. 2011. Nutrient extraction and exportation by potato cultivars: I. Macronutrients. Revista Brasileira de Ciência Do Solo **35**:2039–56.
- Führs H, Elfrich R. 2012. Ausgewogene Düngung für gute Erträge: Kalium und Magnesium verbessern die Wasserausnutzung in trockenen Jahren. Kartoffelbau **63**:25-28.
- Głosek-Sobieraj M, Cwalina-Ambroziak B, Hamouz K. 2018. The Effect of Growth Regulators and a Biostimulator on the Health Status, Yield and Yield Components of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Gesunde Pflanzen **70**:1-11.
- Gröschl K. 2016. Blattdüngung gezielt anwenden. Kartoffelbau **67**:16-20.
- Haberland R. 2007. Gezielte Blattspritzung mit Mikronährstoffen. Kartoffelbau **58**:182-185.
- Haider MW, Ayyub CM, Pervez MA, Asad HU, Manan N, Raza SA, Ashraf I. 2012. 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, Dvořák P, Čepl J, Hausvater E, Kasal P, Vokál B. 2008. Brambory – inovace a trendy v pěstování, nové pohledy na kvalitu. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Hochmuth G. 1994. Plant Petiole SAP-Testing for Vegetable Crops. Horticultural Sciences Department, University of Florida.
- Hruška L. et al. 1974. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Jardin P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae **196**:3-14.
- Jůzl M, Pulkrábek J, Diviš J, et al. 2000. Rostlinná výroba III. – okopaniny. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Kemper B. 2020. Biostimulanzien: Auch etwas für Kartoffeln. Kartoffelbau **71**:47-48.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craige JS, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. Journal of Plant Growth Regulation **28**:386-399.
- King BA, Stark JC. 2003. Irrigation management. Pages 285-307 in Stark JC, Love SL, editors. Potato Production Systems: A Comprehensive Guide for Potato Production. University of Idaho Agricultural Communications, Idaho.
- Kumar S, Kumar D, Minhas JS. 2005. Varietal differences in response of potatoes to repeated periods of water stress in winter crop. Potato Journal **32**:197-198.

- Kumar S, Kumar P, Kumar D, Malik PS. 2017. Effect of Water Stress on Haulm Yield, Total Biomass and Harvest Index of Potato Cultivars. *Plant Archives* **17**:623-626.
- Li L, Qin Y, Liu Y, Hu Y, Fan M. 2012. Leaf Positions of Potato Suitable for Determination of Nitrogen Content with a SPAD Meter. *Plant Production Science* **15**:317-322.
- Lichtenhaler HK. 1998. The Stress Concept in Plants. An Introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences* **851**:187-198.
- López-Moquera ME, Pazos P. 1997. Effects of Seaweed on potato yields and soil chemistry. *Biological Agriculture and Horticulture* **14**:199-206.
- McGuire RG, Kelman A. 1984. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tubers with increased calcium content. *Phytopathology* **74**:1250–1256.
- McHugh DJ. 2003. A guide to the seaweed industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Mello SDC, Pierce FJ, Tonhati R, Almeida GS, Neto DD, Pavuluri K. 2018. Potato Response to Polyhalite as a Potassium Source Fertilizer in Brazil: Yield and Quality. *HortScience* **53**:373–379.
- Mengel K, Kirkby E. 2001. Principles of plant nutrition. Springer, Dordrecht.
- Minhas JS, Singh B, Kumar D. 2003. Abiotic stress and potato production. Pages 314-321 in Khurana SMP, Minhas JS, Pandey SK, editors. *The Potato: Production and Utilization in Subtropics*. Mehta Publishers, Pune.
- Moorby J, Munns R, Walcott J. 1975. Effect of water deficit on photosynthesis and tuber metabolism in potatoes. *Aust. J. Plant Physiol.* **2**:323–333.
- Naumann M, Koch M, Thiel H, Gransee A, Pawelzik E. 2020. The Importance of Nutrient Management for Potato Production Part II: Plant Nutrition and Tuber Quality. *Potato Res.* **63**:121–137.
- Navarre R, Pavek MJ. 2014. *The potato: Botany, Production and Uses*. CAB International/United States Department of Agriculture, Washington.
- Noaema A, Sawicka B, Kiełtyka-Dadasiewicz A, Bienia B. 2016. The application of foliar fertilizer in potato. *International Conference: Bioeconomy in agriculture*, Pulawy.
- Palta JP. 2010. Improving potato tuber quality and production by targeted calcium nutrition: the discovery of tuber roots leading to a new concept in potato nutrition. *Potato Research* **53**:267–275.
- Petr J, et al. 1980. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Rasocha V, Hausvater E, Doležal P. 2008. Škodliví činitelé bramboru: abionózy, choroby, škůdci. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.

Rawal S, Rana NS, Kumar D. 2007. Mitigation of heat stress in potato through calcium nutrition. *Potato Journal* **34**:111-112.

Rosen CJ, Keilling KA, Stark JC, Porter GA. 2014. Optimizing Phosphorus Fertilizer Management in Potato Production. *American Journal of Potato Research* **91**:145-160.

Rybáček V, et al. 1988. *Brambory*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Rykaczewska K. 2015. The Effect of High Temperature Occurring in Subsequent Stages of Plant Development on Potato Yield and Tuber Physiological Defects. *American Journal of Potato Research* **92**:339-349.

Sarkar S, Banerjee H, Sengupta K. 2018. Agronomic fortification of zinc in potato production in Indian context: A review. *Journal of Applied and Natural Science* **10**:1037-1045.

Senbayram M, Gransee A, Wahle V, Thiel H. 2015. Role of magnesium fertilisers in agriculture: Plant-soil continuum. *Crop and Pasture Science* **66**:1219–29.

Schachtschabel P. 1954. Das pflanzenverfügbare magnesium des bodens und seine bestimmung. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **67**:9–23.

Singh G. 1969. A review of the soil-moisture relationships in potatoes. *Am. Potato J.* **46**:398–403.

Singh P, Singh K. 2019. Role of micronutrients in potato cultivation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **4**:128-130.

Tawfik AA, Kleihenz MD, Palta JP. 1996. Application of calcium and nitrogen for mitigating heat stress effects on potatoes. *American Potato Journal* **73**:261-273.

Tripathi DK, Singh S, Singh S, Mishra S, Chauhan DK, Dubey NK. 2015. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *ActaPhysiol Plant* **37**:139.

Usha M, Pranav K, Chandra V. 2010. Effect of Ozone Stress on Different Growth Stages of Potato (*Solanum tuberosum*). *Phyton; Annales Rei Botanicae* **49**:253-266.

Vaněk V et al. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, Praha.

Vokál B, Čepl J, Čížek M, Domkářová J, Hausvater E, Rasocha V, Diviš J, Hamouz K. 2004. *Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor)*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

- Vokál B et al. 2013. Brambory, šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Wadas W, Dziugiel T. 2013. Effect of multi-nutrient complex fertilizers on growth and tuber yield of very early potato (*Solanum tuberosum L.*) cultivars. *Acta Agrobotanica* **66**:55-66.
- Wagg C, Hann S, Kupriyanovich Y, Li S. 2021. Timing of short period water stress determines potato plant growth, yield and tuber quality. *Agricultural Water Management* **247**:1-10.
- Wahid A, Gelani S, Ashraf M, Foolad MR. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and Experimental Botany* **61**:199–223.
- Yakhin OI, Lubyantsov AA, Yakhin IA, Brown PH. 2017. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science* **54**:23-27.
- Zarzecka K, Gugala M, Mystkowska I, Sikorska A. 2021. The Leaf Greenness Index SPAD and Selected Features of Potato Following an Application of Herbicides and Biostimulants. *Journal of Ecological Engineering* **22**:54–63.
- Zebarth BJ, Bélanger G, Cambouris AN, Ziadi N. 2012. Nitrogen fertilization strategies in relation to potato tuber yield, quality, and crop N recovery. Pages 165-186 in He Z, Larkin R, Honeycutt W. *Sustainable potato production: global case studies*. Springer, Amsterdam.
- Zebarth BJ, Rosen CJ. 2007. Research perspective on nitrogen bmp development for potato. *American Journal of Potato Research* **84**:3–18.
- Zrůst J. 1991. Skladba výnosotvorných prvků u brambor šlechtěných pro ranný konzum. *Rostlinná výroba* **37**:9-10.

Internetové zdroje

- Dvořák P. 2021. Pokusy v bramborách ve výzkumné stanici ČZU v Uhřetěbově. Available from <https://bioaktiv.cz/reference/ceska-zemedelska-univerzita-vyzkumna-stanice-v-uhretebove/> (accessed March 2022).
- ČSÚ. 2020. Vlastní výběr z veřejné databáze - Vývoj produkce a ploch osázených bramborami v ČR. Available from <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=uziv-dotaz#> (accessed October 2021).
- Varga L. 2011. Listová výživa – významný faktor pri pestovaní pol'nohospodárskych plodín. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/listova-vyziva-vyznamny-faktor-pri-pestovani-polnohospodarskych-plodin> (accessed May 2021).
- Šotík M. 2020. Galleko® technológia v okopaninách. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/galleko-technologie-v-okopaninach> (accessed March 2022)

