

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů**

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Diagnostika výživného stavu brambor

Bakalářská práce

Autor práce: Kristýna Čechová

Obor studia: ABR – Rostlinná produkce

Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Balík, CSc., dr. h. c.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Diagnostika výživného stavu brambor" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Jiřímu Balíkovi, CSc., dr. h. c. za odborné vedení, ochotu a vstřícný přístup při zpracovávání mé bakalářské práce. Své rodině za obětavou pomoc při polním pokusu a následné sklizni. Také bych chtěla vyjádřit poděkování za podporu během celého studia.

Diagnostika výživného stavu brambor

Cílem jednoletého pokusu bylo zhodnotit diagnostiku výživného stavu brambor během vegetace. Pokus byl založen na jaře 2019 a uskutečnil se u obce Běleč. Porost byl veden s intenzivní chemickou ochranou.

Úkolem bylo porovnat a ověřit dynamiku příjmů makroprvků a mikroprvků u dvou odrůd brambor Adéla A konzumní odrůda, a Kiebitz chipsová odrůda. Vždy se odebral první plně vyvinutý list z 10 rostlin. V růstových fázích 25, 30, 40, 69 makrofenologické BBCH stupnice. Každá varianta se čtyřikrát opakovala. Na konci vegetace proběhla ruční sklizeň a byl stanoven počet hlíz pod trsem, vypočtená průměrná hmotnost u jedné hlízy a následně ze vzorků hlíz se také určil obsah mikro a makroprvků.

Z výsledků rozborů vyplývá, že se obsah živin v průběhu vegetace mění v závislosti na půdně klimatických podmínkách. Přestože se jednalo o dvě zcela odlišné odrůdy, byly stanoveny statisticky odlišné obsahy jednotlivých prvků zcela výjimečně. V BBCH 45 na začátku květu činil obsah fosforu 0,52 %, vápníku 1,11 %, hořčíku 0,44 %, draslíku 3,6 %, síry 0,25 % a mikroelementů: železa 204,2 ppm, manganu 138,1 ppm, zinku 25,6 ppm, bóru 19,7 ppm, molybdenu 0,49 ppm v posledním plně vyvinutém listu bramboru odrůdy Kiebitz. Hodnoty pro odrůdu Adéla A v začátku květu činily u fosforu 0,55 %, vápníku 1,12 %, hořčíku 0,44 %, draslíku 4,0 %, síry 0,25 % a mikroelementů: železa 146,4 ppm, manganu 118,1 ppm, zinku 27,3 ppm, bóru 22,8 ppm, molybdenu 0,48ppm.

Analýzy posledního plně vyvinutého listu potvrzují vhodnost tohoto postupu pro diagnostiku výživného stavu brambor. V souvislosti s velkým množstvím kapalných listových hnojiv a kvalitní aplikační technikou roste potřeba kvalitní diagnostiky. Je zřejmé, že při hodnocení výživného stavu je důležitý kromě vlastního obsahu živin také vzájemný poměr těchto živin. Na toto bych se chtěla zaměřit v následujícím roce.

Klíčová slova: brambory, makroelementy, mikroelementy, půda, výnos

Diagnosis of nutrient status of potatoes

Summary

The aim of this one-year experiment was to evaluate the nutrient status of potatoes during vegetation period. The experiment took place in the spring of 2019 near Běleč village. The area had intensive chemical protection.

The task was to compare and verify the dynamic of macro and micro elements for two varieties of potatoes – Adéla A consumer variety and Kiebitz chips variety. Always the first fully developed leaf was collected from 10 plants in the 25, 30, 40, 69 growth phases of the macrophenologic BBCH scale. Every variety was repeated four times. Manual harvest took place at the end of the vegetation. The number of tubers under each bunch was counted, average tuber weight was calculated and later the content of macro and micro nutrients was determined.

The results of the analysis show that the content of nutrients during vegetation change depends on the soil and climatic conditions. Although the experiment involved two completely different varieties, the contents of elements were only rarely statistically different. In BBCH 45 at the beginning of bloom the content of elements in leaves was the following: phosphorus 0,52 %, calcium 1,11 %, magnesium 0,44 %, potassium 3,6 %, sulphur 0,25 % and microelements iron 204,2 ppm, manganese 138,1 ppm, zinc 25,6 ppm, boron 19,7 ppm, molybdenum 0,49 ppm in the last fully developed leaf of the Kiebitz potato variety. The values for Adéla A variety at the beginning of bloom were phosphorus 0,55 %, calcium 1,12 %, magnesium 0,44 %, potassium 4,0 %, sulphur 0,25 % and microelements iron 146,4 ppm, manganese 118,1 ppm, zinc 27,3 ppm, boron 22,8 ppm, molybdenum 0,48 ppm.

The analysis of the last fully developed leaf confirms the suitability of this approach for diagnostics of the potato nutrient status. The need for high quality diagnostics grows in relation to the high number of liquid leaf fertilizers and high-quality application technology. It is clear, that apart from analysing the content of the nutrients it is necessary also to determine the relative ratios of these nutrients. I would like to focus my next research on this issue.

Keywords: potatoes, macronutrients, micronutrient, soil, yield

Obsah

1	Úvod	- 8 -
2	Cíl práce.....	- 9 -
3	Literární rešerše.....	- 10 -
3.1	Botanická a biologická charakteristika.....	- 10 -
	Soustavy nadzemních vegetativních orgánů	- 10 -
	Soustavy podzemních orgánů.....	- 11 -
3.2	Zařazení brambor do osevního postupu	- 12 -
3.3	Složení brambor	- 13 -
3.4	Výživa a hnojení brambor.....	- 14 -
	3.4.1 Výnosotvorné prvky a dynamika odběru živin	- 15 -
	3.4.2 Výživa a hnojení dusíkem.....	- 18 -
	3.4.3 Výživa a hnojení fosforem.....	- 19 -
	3.4.4 Výživa a hnojení draslíkem	- 20 -
	3.4.5 Výživa hořčíkem.....	- 21 -
	3.4.6 Výživa vápníkem	- 21 -
	3.4.7 Výživa sírou	- 22 -
	3.4.8 Výživa bórem.....	- 23 -
	3.4.9 Výživa zinkem	- 23 -
	3.4.10 Výživa železem.....	- 23 -
	3.4.11 Výživa mědí.....	- 24 -
	3.4.12 Výživa manganem	- 24 -
	3.4.13 Mimokořenová výživa	- 24 -
	3.4.14 Lokální aplikace minerálních hnojiv	- 26 -
	3.4.15 Hnojení brambor podle užitkového směru.....	- 27 -
	3.4.16 Organická hnojiva.....	- 29 -
3.5	Diagnostika výživy brambor	- 32 -
4	Materiál a metody.....	- 35 -
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště.....	- 35 -
	4.1.1 Charakteristika půdy	- 36 -
	4.1.2 Charakteristika povětrnostních podmínek	- 37 -
	4.1.3 Sledované odrůdy brambor	- 38 -
4.2	Výsadba a základní hnojení	- 40 -
4.3	Hnojení a ošetřování v průběhu vegetace	- 42 -
	4.3.1 Charakteristika použitých hnojiv	- 43 -
4.4	Odběr vzorků rostlin v průběhu vegetace	- 46 -
4.5	Sklizně a odběr vzorku	- 48 -
5	Výsledky	- 49 -

5.1	Výnosové výsledky	- 49 -
5.2	Obsah živin v rostlinách	- 51 -
5.2.1	Rozbory AGRO Střelské Hoštice	- 51 -
5.2.2	Rozbory KAVR.....	- 52 -
6	Diskuze	- 58 -
7	Závěr	- 60 -
8	Přehled literatury	- 61 -
9	Seznam příloh	- 65 -

1 Úvod

Lilek brambor, případně brambor obecný se pěstuje na území České republiky již od počátku 17. století. Zpočátku byly brambory pěstovány především jako okrasná rostlina, jako polní plodina se brambory prosadily až začátkem 18. století, kdy přispěly k rapidnímu nárůstu počtu obyvatel v Evropě. Jejich nenahraditelnost na tehdejším jídelníčku lze ukázat na tzv. Velkém irském hladomoru, kdy plíseň bramborová zničila většinu úrody, a mezi roky 1845-1849 zapříčinila smrt až 1,5 milionu obyvatel Irska.

V současné době lze říci, že v České republice se radikálně snižuje osevní plocha brambor, zejména v lokatitě u Mladé Vožice, kde byl proveden polní pokus podrobně analyzovaný v následujících částech předložené práce. Ke snižování ploch dochází jak u zemědělského sektoru, tak i u domácností, ale tam v nedávných letech zdaleka ne tak dramaticky. Za posledních 30 let se plocha, na které se pěstovaly brambory, snížila ze 115 tisíc hektarů na 23 tisíc hektarů. Příčinou poklesu ploch osázených bramborami je ekonomická náročnost, vysoké nároky na lidskou práci a nestabilita výkupních cen brambor. Problém je především se zajištěním lidské práce, protože zemědělství obecně a bramborářství obzvlášť se vyznačuje vysokou sezónností a fyzickou náročností – řešením jsou dnes v podstatě jen pracovníci z ciziny. Česká republika je soběstačná v produkci brambor pouze ze 60 %.

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Jedním ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu je zajištění optimálního množství dobře přístupných živin. Brambory, tak jako všechny ostatní rostliny, mohou přijímat živiny pomocí kořenů. Výživu pak nazýváme kořenovou. Další způsob je pomocí nadzemních částí rostlin, pak se jedná o výživu mimokořenovou nebo také listovou, protože listy vstřebávají nejvíce živin. Listové použití hnojiv má své přednosti. Brambory dokáží přes listový aparát velmi dobře přijímat potřebné živiny. To je výhodné při suchu, chladné půdě a ne zcela optimálním pH půdy. Listové hnojení se snese s dalšími vhodnými přípravky, např. v postřiku s fungicidy.

Předpokládaný výsledek předkládané práce by měl prokázat rozdíly v příjmu mikroprvků a makroprvků napříč různými odrůdami a navrhnout využití získaných poznatků.

2 Cíl práce

Ověřit dynamiku příjmů makro – a mikroelementů u dvou rozdílných odrůd brambor na základě polních pokusů.

Hypotéza: obsah živin v rostlinách je v korelaci s obsahem přijatelných živin v půdě a je významně ovlivněn pěstovanou odrůdou.

3 Literární rešerše

3.1 Botanická a biologická charakteristika

Brambory (*Solanum tuberosum*) patří do dvouděložných rostlin, čeledě lilkovité (*Solanaceae*). Brambor je jedinečný tvorbou hlíz, které vznikají za vhodných podmínek tloustnutím podzemních stonků (stolonů). V našich podmínkách nepřezimuje. Hlíza vzniká přeměnou stonku-stolonu, jenž vede z úžlabního pupenu (Vokál et al. 2013). Volf (1988) uvádí, že v novošlechtění, kde jde o vytváření nových kultivarů na základě křížení různých kultivarů nebo i druhů brambor prováděného podle šlechtitelských plánů, se naopak využívá pohlavního rozmnožování generativně.

Soustavy nadzemních vegetativních orgánů

Trs bramboru má nadzemní a podzemní část. Nadzemní prýt je tvořen lodyhou s listy, které udávají charakter trsu. Charakter trsu ovlivňuje postavení stonku (vzpřímené, polovzpřímené, vzpřímené až rozkleslé, které je charakteristické hlavně na počátku kvetení). Všechny tyto znaky jsou ovlivněny prostředím, ale i přesto si ponechávají svůj typický charakter.

Lodyha

Výška a tloušťka stonku patří mezi genotypové znaky. Stonek je v bezprostřední blízkosti hlíz poměrně tenký, etiolovaný a směrem k vrcholu sílí. Maximální tloušťky dosahuje pod listy a směrem ke květenství se opět zužuje. Charakteristickým znakem je křídlení (vyrůstání hran), které je mnohdy neznatelné. Zelená barva je závislá na obsahu pigmentu.

List

List bramboru je přetřhaně lichozpeřený. Středem listu probíhá vřeteno, které je pokračování řapíků. Z vřetena vyrůstají proti sobě páry (jařma) lístků, obvykle jeden až tři. Mezi jednotlivými jařmy vyrůstají na vřetenu mezilístky a v úžlabí lístků se vyskytují úžlabní mezilístky. Tvar, barva a velikost listu bramboru jsou rozdílné podle růstových fází. Velikost listu se považuje za genotypový znak.

Květenství a květ

Na konci lodyhy z paždí posledního nebo bočního listu vyrůstá květní stopka, na které je uspořádáno květenství dvojitě. Květ se skládá z prašníků, pěti korunních lístků, pěti tyčinek s pěti krátkými nitkami a z pestíků (semeník, čnělka a blizna). Květ je nesen krátkou stopečkou s oddělovací vrstvou, v tomto místě dochází ve zralosti k opadu plodů. Prašníky jsou žluté nebo oranžové, kuželovitého tvaru. Brambor je samosprašnou rostlinou, ale může být opylen i přenesením pylu hmyzem.

Plod a semeno

Plod je kulatá nebo oválná zelená nebo žlutozelená na povrchu žíhaná dvojpouzdrá 2-4 cm v průměru velká bobule. V dužnaté části bobule jsou semena, která jsou bílá vejčitého tvaru.

Soustavy podzemních orgánů

Podzemní část trsu tvoří bazální část stonku vyrůstající z matečné hlízy. Z uzlu na podzemní části stonku vyrůstají kořeny a z axilárních pupenů stolony (podzemní odnože, oddenky). Tyto podzemní větve stonku rostou v zemi horizontálně od stonku.

Hlíza

Hlíza vzniká přeměnou stonku. Je to zduřelý konec oddenku – stolonu, jenž vzejde z úžlabního pupenu. Hlíza je zkrácený modifikovaný vegetační vrchol podzemního oddenku nebo jeho větve, který si zachovává stavbou uspořádání pupenu charakter stonku. Část hlízy související se stolonem se nazývá pupková a má méně oček, kdežto protilehlá část korunková má větší množství vrcholových i postranních oček. Na řezu hlízou je největší část vyplněna parenchymatickou dřevinou bohatou na škrob. Na obvodu je pruh cévních svazků a za nimi je pletivo primární kůry (Vokál et al. 2013).

Fáze růstu

Ve vývoji bramboru lze pozorovat fáze růstu, jejichž poznání je důležité nejen z hlediska vlastního růstu, ale také při aplikaci agrotechnických opatření. Vývoj rostlin lze

rozdělit do jednotlivých fází dle (Raeubera & Engela 1966), přičemž nulová fáze odpovídá začátku pěstování bramboru. Dormance hlíz trvá od 155 až 180 dní (Vokál et al. 2013).

Tab. 1: Dle (Raeubera & Engela 1966) Růst rostlin bramboru lze rozdělit do jednotlivých fází

Rozmezí dnů od výsadby	Název fáze
00 – 09	Klíčení
10 – 19	Vývoj listů
20 – 29	Formování základních postranních výhonů pod a nad zemí
30 – 39	Prodlužování hlavního stonku
40 – 49	Tvorba hlíz
50 – 59	Objevení květenství
60 – 69	Kvetení
70 – 79	Vývoj plodu
80 – 89	Zrání bobulí a semen
90 – 99	Stárnutí

3.2 Zařazení brambor do osevního postupu

Základní model osevního postupu. Brambory patří mezi zlepšující plodiny a to z několika důvodů. Bramborám patří role zlepšující plodiny především proto, že se hnojí organickým hnojivem v první trati (Vokál et al. 2000). Nepřetržité používání organických materiálů, jako jsou zbytky plodin, zelené hnojení a hnůj, silně ovlivňují produktivitu půdy a dynamiku dusíku v systému půda-rostlina (Jahan et al. 2016). Nejlepšími předplodinami jsou plodiny, které zanechávají v půdě velké množství organických zbytků, tj. jeteloviny a jetelotrávní směsky (s výjimkou suchých oblastí, neboť jeteloviny svými mohutnými kořeny vysušují půdu). Dále jsou vhodné luskoviny a organicky hnojené plodiny jako je silážní kukuřice, cukrovka nebo krmná řepa. Nejčastěji se brambory zařazují po obilninách, přičemž malé množství organických zbytků (pokud se nezaorává sláma) je vyrovnáno statkovými hnojivy. Velmi příznivé je řadit před brambory podsevovou plodinu (jetel bílý) nebo meziplodinu (hořčice bílá) na zelené hnojení. Zkrácení intervalu nebo dokonce řazení brambor po sobě je využíváno s ohledem na využití investic, jako je závlaha při pěstování raných brambor v rano-bramborářské oblasti. Pěstování dalších plodin a meziplodin ve

vegetaci spolu s kvalitním organickým hnojením částečně eliminují negativní působení tohoto řazení (Hamouz 1994).

Brambory nemůžeme pěstovat po sobě, protože se pak na takovém pozemku vyskytují hojně choroby a škůdci, zejména bakteriální a houbové choroby, háďátko bramborové, mandelinka bramborová. Proto nezařazujeme brambory dříve než po 4 letech (Hruška 1962).

3.3 Složení brambor

Hlízy bramboru jsou významným zdrojem minerálních látek, vitamínů, škrobu, bílkovin a antioxidantů. Nejdůležitější polysacharidickou složkou sušiny bramborové hlízy hlavně z hlediska fyziologie lidí, je škrob.

Škrob

Škrob tvoří nejpodstatnější část sušiny brambor. Je tvořen dvěma hlavními složkami amylázou a amylopektinem. Bylo zjištěno, že škrob v listech, hlízách a semenech se navzájem liší v poměru amylázy amylopektinu, přičemž tento poměr vzrůstá v pořadí listy, hlízy a semena. Škrob jako celek je v hlízách uložen ve formě škrobových zrn různé velikosti. Škrobová zrna zvětšují svůj objem během vegetace. Během skladování brambor může dojít k odbourání větších zrn (Vokál 1995).

Vitamíny

Brambory obsahují také mnoho vitamínů. Je známo, že prostředí ovlivňuje hladinu vitamínu C v bramborách i ostatních rostlinách (až 30 mg·100g⁻¹). Brambory obsahují mnoho dalších vitamínů, například skupinu B. U brambor je hlavními živinami draslík, fosfor, vápník a hořčík. Některé prvky mohou být klasifikovány jako nutričně esenciální, a to jsou Ca, K, Mg, Na, P, Co, Mn, N (Jaspreet & Lovedeep 2016).

Dusíkaté látky

Dusíkaté látky tvoří bílkoviny, aminokyseliny, amidy, bazické látky, anorganické dusíkaté sloučeniny a biogenní látky. Bílkoviny poskytují velkou stravitelnost a obsah všech esenciálních aminokyselin, tím se stávají velice ceněnou rostlinnou bílkovinou. Brambory obsahují také alkaloidy. Nejdůležitější jsou solanin, chaconin ze skupiny glykoalkaloidů. Když hlízy obsahují méně jak 10 mg·100g⁻¹ solaninu a chaconinu v původní hmotě, tak nejsou

při požití toxické (Šmálik 1987). Poměrně méně známou skupinou přírodních látek jsou kalysteginy. Byly identifikovány v roce 1986 a řadíme je mezi takzvané nortopanové alkaloidy, jež vykazují schopnost inhibovat glykosidázy, což je závislé na počtu a poloze hydroxylových skupin na nartopanovém skeletu (Vokál et al. 2013).

Tab. 2: Průměrné hodnoty obsahu významných látek v bramborové hlíze (Rybáček et al. 1988)

	Obsah v původní hmotě %	Obsah v sušině %
Voda	76,3	-
Sušina	23,7	-
Škrob	17,5	73,8
Celkový cukr	0,5	2,1
Hrubé dusíkaté látky	2,0 (Nx6,25)	8,4
Celkový tuk	0,1	0,4
Celkový popel	1,1	4,6
Vitamín C	15,000 mg%	63,6 mg%
Thiamin B ₁	0,110 mg%	0,4 mg%
Ryboflavin B ₁	0,051 mg%	0,2 mg%
Solanin	7,5 mg%	35 mg%

3.4 Výživa a hnojení brambor

K odpovídajícímu prostředí bramborového trsu patří kyprá provzdušněná a biologicky aktivní půda. Málo výkonný kořenový systém vyžaduje mnoho kyslíku a pokud možno rovnoměrné zásobení vodou. Hnojíme organickými i minerálními hnojivy (Vokál et al. 2004).

Pokud očekáváme veliký výnos a chceme porozumět hnojení brambor, je nutné vědět, co obsahují. Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Jednou ze základních podmínek pěstitelského úspěchu je proto dodat jim jejich přiměřené množství. Příjem a čerpání živin z půdního roztoku je velmi složitý proces, založený na působení mnoha vnitřních a vnějších faktorů, které se navzájem ovlivňují. Velmi významným prvkem je samotná přítomnost živin v půdě, která bývá souhrnně označována jako stará půdní síla. Ta se vytváří pravidelným hnojením a střídáním plodin v rámci osevního postupu. Vedle řady vnějších předpokladů má na výživu brambor vliv vlastní příjmová kapacita rostlin. Rozlišujeme intenzitu a celkové

množství přijatých živin. Rostlina bramboru přijímá živiny téměř po celou dobu své vegetace, největší intenzita je v době kvetení. Průměrné hodnoty odběru živin na 10 t hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou **40-50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 22 kg Ca a 8,4 kg Mg**. Dávka dusíku se ještě upravuje podle druhu využití brambor. Pro určení dávek živin je třeba udržovat několik informací. Musíme znát zrnitostní složení půdy. Dále je nutno vycházet z obsahu přijatelných živin v půdě jako je obsah P, K a Mg, případně obsah mikroelementů a intenzity hnojení organickými hnojivy (Kasal et al. 2010).

Tab. 3: Složení hlízy brambor (v % sušiny) (Vaněk et al. 2012)

	voda	sušina	C	O	H	N	popeloviny
Hlízy brambor	75	25	44	47	5,8	1,5	1,7

Tab. 4: Složení popela vyjádřené (v % sušiny) (Vaněk et al. 2012)

	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl	Si
Hlízy brambor	16,9	60,1	2,6	4,9	3,0	6,5	3,5	2,0

3.4.1 Výnosotvorné prvky a dynamika odběru živin

Dobré podmínky pro pěstování brambor jsou ve středních a vyšších polohách, které vyhovují této plodině tím, že jsou zde zrnitostně lehčí a propustnější půdy a vyšší srážky zajišťující příznivější vláhové podmínky. Pouze rané brambory se pěstují v našich nejteplejších oblastech. Kořeny bramborů pronikají většinou jen do hloubky 30 až 40 cm, takže mohou využívat jen živiny nacházející se v tomto profilu.

Výnos brambor závisí na těchto složkách:

- Počet trsů na jednotce plochy
- Počet hlíz pod trsem
- Hmotnost hlíz

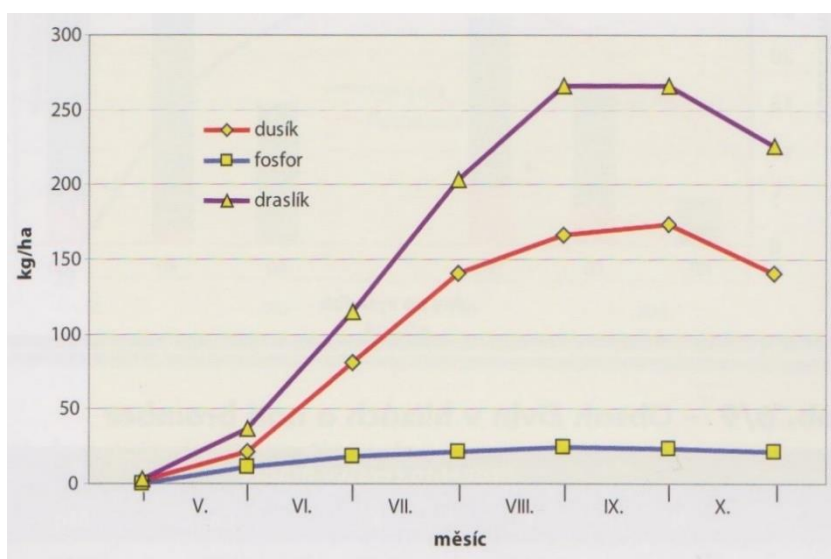
Vstup živin do rostliny je procesem výměny látek mezi organismem a prostředím. Živiny mohou do rostliny vstupovat jak kořenovou soustavou, tak i vegetativními orgány. Kořenová soustava je hlavním zdrojem příjmu minerálních živin a vody, nadzemní

vegetativní orgány zdrojem příjmu kyslíku a oxidu uhličitého ze vzduchu. Příjem živin se zúčastňuje jen kořenového vlášení. Je složené z mladých buněk, které mají schopnost přijímat živiny a rozvádět je do cévních svazků. Kořenové vlášení odumírá za 2 až 3 dny a stává se prostředím mikroorganismů. Je však stále obnovováno na rostoucí části kořene. Záleží na mohutnosti kořenové soustavy, ale také na její fyziologické aktivitě, která je spojena s metabolismem celé rostliny. Příjem živin rostlinou kořenovým systémem je v jiném poměru, než jaký obsahuje půdní roztok. Rostlina si vybírá některé živiny z půdního roztoku přednostně, kdežto některé jen slabě. Výběrový příjem živin je vysvětlován látkovou výměnou jak v rostlině, tak mezi rostlinou a prostředím (Škopík 1961).

Příjem živin je ovlivňován celou řadou faktorů, které můžeme rozlišit na vnitřní a vnější. Vnitřní faktory souvisí s druhem pěstované plodiny a jsou dány geneticky. Charakteristickým znakem jak rostlinného druhu, tak odrůdy je příjmová kapacita rostlin. Ta je dána „mohutností“ kořenového systému rostlin (velikostí a množstvím kořenového vlášení) a jeho vlastnostmi umožňujícími např. to, že jeden druh rostliny odčerpává z půdy více N, P, K aj. než druhý. K vnějším faktorům ovlivňujícím příjem živin řadíme vlivy ekologické a povětrnostní. Povětrnostní podmínky jsou určeny souborem faktorů, z nichž největší význam má teplota, voda (srážky), sluneční svit, složení atmosféry. Vliv nepříznivých povětrnostních podmínek v daném roce označujeme jako vliv ročníku. Příjem živin kořeny rostlin z půdy je zajišťován absorpčními povrchy kořenů. V kulturních půdách prostupují kořeny hustě půdou, avšak přesto je jejich povrch výrazně menší, než je povrch půdních částic nebo povrch vodních filmů (Richter 2004).

Hnojením se dá částečně ovlivnit počet a velikost hlíz. Je známo, že dobrá výživa více ovlivňuje počet hlíz, kdežto příznivé rozdělení srážek (při dostatku živin) působí výrazně na jejich velikost. Vyrovnaná a dostatečná výživa ovlivňuje příznivě kvalitu hlíz. Růst brambor je značně závislý na odrůdě – velmi rané odrůdy mají délku vegetační doby jen poloviční oproti pozdním. Tím jsou také dány značné rozdíly v příjmu a využití živin. Rané odrůdy přijímají živiny během krátkého období, zatímco u pozdějších odrůd je období příjmu delší a rostliny mohou lépe využít živiny z půdy. Jsou i značné rozdíly ve výnosech hlíz, a proto se dosti výrazně liší odběry živin, zvláště dusíku. Nižší odběr N na jednotku výnosu je u množitelských porostů, naopak vyšší u raných a konzumních odrůd.

Graf 1: Odběr živin bramborami během vegetace – celá rostlina (Vaněk et.al 2016).



Rostliny brambor přijímají velké množství draslíku a dusíku. Pozoruhodný je vysoký příjem vápníku, který je však soustředěn hlavně v nati. Je zřejmé, že celkový odběr živin bramborami je sice vysoký, ale zůstává na pozemku, export živin nedosahuje takto vysokých hodnot. Z tohoto důvodu jsou brambory velmi dobrou předplodinou.

Tab. 5: Příjem živin během vegetace u brambor (Ivanič et al. 1984).

Kultivar Vegetační doba (dny) Výnos hlíz (t/ha)	Živina	Odběr živin (kg/ha)				
		Měsíc				
		Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Poloraný 90 – 100 22,5	N	19,0	55,0	39,0	-	-
	P	2,6	6,6	5,7	-	-
	K	24,1	66,4	39,8	-	-
Pozdní 150 30	N	12,0	40,0	55,0	29,0	14,0
	P	1,3	4,8	6,2	4,4	3,1
	K	8,3	50,6	57,3	45,6	12,4

Základem úspěšného pěstování brambor je přiměřené hnojení kvalitními stájovými hnojivy. Nejčastěji se brambory již na podzim hnojí chlévským hnojem v dávce 35 t na 1 ha. Také zelené hnojení je velmi dobrým organickým hnojivem pro brambory, zvláště v kombinaci se slámou případně menší dávkou kejdy nebo močůvky. Použití této kombinace

organických hnojiv se stále více uplatňuje vzhledem k nedostatku stájových hnojiv. Dobré uplatnění nalézá i hnojení digestáty ze zemědělských bioplynových stanic. Brambory jsou poměrně tolerantní k hodnotě pH, nejlépe se jim daří při pH 5,5. Většina půd, na kterých se brambory pěstují má vyhovující hodnotu pH, což naznačuje, že vápnění je zde potřeba jen při silném poklesu této hodnoty. V tom případě vápníme k předplodině, přímé vápnění brambory nesnášejí (Vaněk et al. 2016).

3.4.2 Výživa a hnojení dusíkem

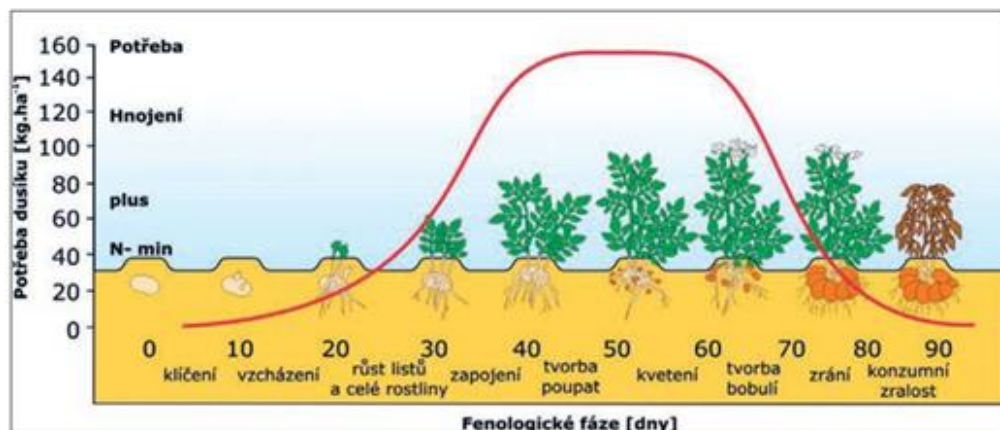
S ohledem na to, že brambory snášejí dobře fyziologicky kyselé působící hnojiva a pěstují se převážně na propustnějších půdách, dáváme přednost síranu amonnému, hnojivu DAM 390, NP roztokům, případně močovině, a to zvláště močovině stabil s inhibitorem ureázy. Značnou výhodou kapalných hnojiv je možnost jejich rovnoměrné aplikace. Doporučené dávky se aplikují před výsadbou (základní hnojení) aplikace převážně v síranu amonném nebo DAM 390. Při celkové dávce 80 kg N/ha hnojíme jen v tomto období. Je pochopitelné, že pokud je zapotřebí aplikovat vyšší dávky N než 80 kg na ha přesuneme zbytek N na přihnojení během vegetace. Přihnojení během vegetace nejčastěji po vzejití porostu. K přihnojení používáme LAV, močovinu při prvních postřicích proti plísni bramborové až do 10% koncentrace (Vaněk et al. 2007).

Hnojení a výživa dusíkem je jedním z intenzifikačních faktorů při pěstování brambor s významným podílem na výši hospodářského výnosu a jeho jakosti. Základním předpokladem pro vysoký hospodářský výnos brambor je asimilační schopnost (Haberland 2012).

Dávka dusíku musí být v průmyslových hnojivech rozlišená podle použitých statkových hnojiv, v závislosti na půdní úrodnosti a pěstitelském směru. Ukazuje se, že u současných odrůd není účelné a ani ekonomické použití vyšších dávek N než 120 kg na ha. Brambory dobře snášejí fyziologicky kyselá hnojiva a pěstují se převážně na propustných půdách.

Stanovením celkové dávky dusíku je třeba brát v úvahu užitkový směr pěstování a délku vegetační doby. Úpravu a výši dávky dusíkatých hnojiv lze provést i s ohledem na obsah anorganického dusíku zjištěného v půdě ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) těsně před sázením (Svobodová & Kasal 2018). Dusík se významně podílí na fotosyntéze, protože se ukládá do chloroplastů. Při nedostatku N je omezen růst rostlin a zvláště je zpomalen růst asimilačních orgánů. Listy jsou bledě zelené, se sníženým obsahem chlorofylu, mění se tvar i vnitřní struktura

chloroplastů. Při celkovém porušení vnitřní struktury buňky se v chloroplastu shromažďuje velké množství škrobu a projevuje se výrazným ohraničením. Dochází k přesunu N ze starých listů do nových, které zůstávají zelené. Staré listy odpadnou. Růst kořenu je také zpomalen. Rostliny dříve zrají a mají kratší vegetační dobu. Při nadbytku jsou rostliny sytě zelené, vytáhlé, náchylné k polehání, citlivé k chladu a suchu (Míča et al. 1988).



Obr. 1: Potřeba živin ve vztahu k fenologické fázi (Maier 2009)

Po celou dobu vegetace je vhodné dobré zásobení dusíkem, k jejímu konci je naopak žádoucí, aby rostliny měly velmi omezenou nabídku dusíku pro správné fyziologické dozrávání (Baier et al. 1988).

Vysoké dávky dusíku snižují stupeň dormance hlíz na skládce a stimulují metabolismus, čímž vznikají ztráty vydýcháním. Nepřímo se zvyšuje výskyt skládkových chorob, též po mechanickém poškození hlíz. To může vzniknout při manipulaci s hlízami, protože hlízy z přehnojených porostů nemají řádně vyztáhlá pletiva a jsou méně odolná nárazům při manipulaci (Grocholl 2007).

3.4.3 Výživa a hnojení fosforem

K dodání fosforu používáme hlavně superfosfát případně NP hnojiva. Superfosfátem hnojíme na neutrálních půdách až slabě kyselých půdách již na podzim před orbou, na kyselých půdách na jaře před sázením. Dostatek ovlivňuje příznivě kvalitu hlíz, a proto je zvláště při vyšších dávkách dusíku žádoucí i vyšší hnojení fosforem. Dávky jsou závislé na jeho obsahu v půdě a běžně se pohybují v rozmezí 30-45 kg P na hektar.

Přijímání fosforu je výrazně ovlivňováno půdní reakcí (optimum je 6,3 – 6,5 pH). Při vyšším výskytu organické hmoty se snižuje objem chemicky vázaného fosforu. Při vyhovující a dobré zásobě P v půdě lze použít na podzim superfosfáty, které obsahují vodorozpustný fosfor nebo na jaře vícesložková hnojiva, buď v pevné nebo kapalně formě (Vokál et al. 2004).

Kvůli nízké koncentraci P v půdním roztoku dominuje pohyb P v půdě difúzí. V půdě vzniká významný gradient koncentrace P mezi "bulk soil" a rhizosférou (Liu et al. 2015).

Hnojení fosforem pod patu se moc nedoporučuje. Při nedostatku lze také využít aplikaci přes list. Fosfor je v půdě málo pohyblivý. Při jeho mobilizaci hrají důležitou roli rostliny, díky kořenovým exudátům dokáže mobilizovat tento prvek z půdy (Anonymous VII. 2019).

Při malém deficitu se nemusí nedostatek fosforu vůbec projevit. Nedostatek se neobjevuje okamžitě, ale v době, kdy není možná náprava (Baier et al. 1988).

3.4.4 Výživa a hnojení draslíkem

Vyšší nároky na draslík mají průmyslové brambory. Brambory patří k plodinám nesnášející chlor – snižuje velikost škrobových zrn. Doporučené dávky draslíku se pohybují v rozmezí 100–165 kg K na ha. Rozhodujícím údajem pro stanovení dávky K je obsah K v půdě, dávka a druh statkového hnojiva. Výhodné je použití draselného hnojiva s hořčíkem, zvláště na půdách s nízkým obsahem přijatelného Mg. Na půdách s dostatečnou zásobou K se hnojením draselnými hnojivy již nezvýší výnos hlíz, zejména po hnojení statkovým hnojením (Vaněk et al. 2016).

Draslík má výrazný vliv na základní funkce rostliny. Jedná se o transport látek, hospodaření s vodou, aktivitu enzymů, kvalitu škrobu a kvalitu hlíz. Brambory mají střední nároky na množství K v půdě, i když ho z půdy odčerpávají poměrně ve velkém množství. Při nízké zásobě draslíku v půdě použijeme doporučenou dávku K zpravidla v draselné soli na podzim. Vyšší dávka chloru v draselných formách může mít negativní vliv na obsah a kvalitu škrobu (Vokál et al. 2004). Draslík (K) a hořčík (Mg) jsou nezbytnými makroživinami pro rostliny, hrají klíčovou roli při zpracování a následné přepravě a manipulaci s hlízami po sklizni (Koch et al. 2018).

Nedostatek K vážně ovlivňuje metabolismus rostlin. Je to nejhojnější kationt v rostlinách s až 6 % v sušině rostlin. Ve vakuole se podílí hlavně na regulaci osmotického

potenciálu a turgoru. Nedostatek K se na rostlině projevuje hnědým pálením, zvlněním konců listů a chlorózou mezi listovými žilami, která je přímo spojena s degradací chlorofylu. Příznaky se často objevují nejprve na starších listech. Rostliny jsou vystaveny stresu a mobilizují draslík do mladých listů (Hafsi et al. 2014). Gunadi (2016) navrhuje, aby byl K_2SO_4 pro brambory používán ve formě dělených dávek, část do půdy před výsadbou a část listovou aplikací. Brambory dodávané s K_2SO_4 měly vyšší výtěžnost hlíz ve srovnání s brambory hnojenými KCl, zejména při rozdělení dávek nebo rozdělení v kombinaci s aplikací listů.

3.4.5 Výživa hořčíkem

Brambory mají dost velké nároky na hořčík. Zvláště v půdách s nedostatkem Mg a tam, kde se používají malé dávky organických hnojiv. Nedostatek Mg se projeví snížením kvality hlíz fotoasimilátů. Znalosti o individuálních i interaktivních účincích výživy K a Mg u brambor jsou ale omezené. Nedostatky K a Mg snížily čistou asimilaci a produkci biomasy. Nízké dodávky K nebo Mg vedly ke zvýšeným hladinám transkriptu H (Koch et al. 2018).

Pokud nehnojíme hořčíkem na podzim, dávku Mg zapravujeme zpravidla na jaře ve formě kieseritu nebo vícesložkových pevných či kapalných hnojiv. Foliární aplikace roztoku hořčíku ve vegetaci zpravidla již nic neřeší, takže je důležité dbát na optimalizaci zásoby přípustného Mg v půdě a na poměr K : Mg v půdě (Vokál et al. 2013). Při velkém nedostatku hořčíku neaplikujeme celou dávku v kieseritu, ale používáme kombinaci např. s dolomitickým vápencem (Ivanič et al. 1984).

Rostlina při omezeném příjmu Mg nejprve mobilizuje rezervy, především z organických látek. Veliký nedostatek snižuje kvalitu produktů. Projev nedostatku je mnohdy rozdílný podle utváření nervatury listu. Příznaky se projevují v menších či větších ostrůvcích. Na výskyt nedostatku Mg má rozhodující vliv obsah v půdě, také řada půdních vlastností, nejvýznamnější je pH půdy (Vaněk et al. 1998).

S funkcí hořčíku v bramborové rostlině úzce souvisí i faktory které, ovlivňují obsah hořčíku v hlíze (Míča et al. 1997).

3.4.6 Výživa vápníkem

Příjem vápníku rostlinami brambor je velmi vysoký. Vápník významně ovlivňuje tvorbu a růst kořenů, zejména kořenového vlášení. To znamená, že při dostatku vápníku se vytváří bohatší kořenový systém s vyšší příjmovou kapacitou pro živiny. Přímý a výrazný

nedostatek vápníku na výnos a kvalitu hlíz brambor nebyl prokázán. Možné výnosové problémy v důsledku nedostatečného příjmu vápníku mohou nastat na stanovištích s vysokým obsahem draslíku (omezuje příjem vápníku). Přímé vápnění není pro brambory dobré z důvodu zvýšení rizika napadení hlíz obecnou strupovitostí bramboru. Vhodnější je vápnit až po sklizni, nebo v jiném období osevního sledu tak, aby se na pozemcích určených k pěstování brambor pH pohybovalo v rozmezí 5,5-6,5 (Kasal et al. 2010).

Hnojení vápníkem zvyšuje koncentraci Ca buněčné stěny hlíz bramboru a zvyšuje její obsah galakturonové kyseliny. Je také známo, že Ca hnojení brambor zlepšuje odolnost proti vnitřním a vnějším defektům. Mezi vnější defekty řadíme otlaky, které vznikají často nešetrnou manipulací s hlízami. (Murayama et al. 2016).

Příznaky nedostatku vápníku v rostlinách způsobují propustnost membrán, což má za následek ztrátu turgoru a umožnění buněčným tekutinám vniknout do mezibuněčných prostor (Simon 1978).

3.4.7 Výživa sírou

U brambor bylo v dřívější literatuře prokázáno, že elementární hnojení sírou zvyšuje výnos bramborových hlíz, zlepšuje jejich kvalitu a odolnost proti bakterii *Streptomyces*. Baktericidní účinek byl připisován sníženému pH půdy. Dosud však nejsou k dispozici žádné informace o vlivu dodávky S na bakteriální a plísňová onemocnění u brambor. Aplikace síry významně zvýšila výnos hlíz (Klikocka et al. 2006). Nedostatek výživy sírou během pěstování brambor má výrazný podíl na složení hlíz, což má vliv zejména na koncentraci volného asparaginu, dalších aminokyselin a cukrů (Elmore et al. 2010).

Mikroelementy

Brambory nepatří k rostlinám, které mají specifické nároky na mikroelementy. Reakce na jejich použití je střední, ať již jde o bór, měď, mangan, molybden, zinek nebo železo. Doplnování je běžnější přes listovou foliární aplikaci mikroelementů v období poupat až květu, které mohou řešit nedostatky v příjmu konkrétního prvku a působí protistresově. Často tato hnojiva obsahují i stimulatory růstu (Vokál et al. 2004). U brambor nejsou nedostatky mikroelementů časté, díky tomu, že brambory běžně hnojíme hnojem (Špaar 1999).

3.4.8 Výživa bórem

Nedostatek bóru je celosvětově dobře známým problémem výživy a způsobuje širokou rozmanitost nepříznivých příznaků u rostlin. Zmíněný stav vede k nízkým výnosům sadby brambor, zrna anebo špatné kvalitě semene (Rafique et al. 2016). Deficit B se projevuje zpomalením růstu vegetačního vrcholu. Mladé listy jsou zakrnělé, tlusté se svinutými okraji, tmavě zelené až šedo zelené. Nedostatek je často vyvolán silným vápněním a zvýšeným suchým počasím. Jako zdroj je k dispozici borax, kyselina boritá (15 % B) nebo speciální hnojiva Veborit, Solubor. Při aplikaci přes půdu by se dávka bóru měla pohybovat 1–2 kg na ha (Vaněk et al. 2012).

3.4.9 Výživa zinkem

Zinek je prvkem pro biochemické a fyziologické procesy v rostlinách důležitým, k jeho nejvýznamnějším funkcím patří účast na biosyntéze tryptofanu – prekursoru auxinů, kontrola anhydrázy uhlíku, aktivace RNA polymerasy, stabilizace cytoplazmatických membrán, kontrola stresu z oksličení antioxidantem dismutasou a zvýšená rezistence rostliny k vodnímu stresu.

V zemích mírného pásma může být deficit zinku kromě pH vyvolán také nedostatkem organického hnojení, vysokým podílem pěstování citlivých plodin či velmi vysokými dávkami fosforu (Mitu et al. 2019).

Brambory jsou méně choulostivé na nedostatek zinku. Příznaky nedostatku se na listech projevují mezi žilnatinou světlými až bílými skvrnami. Druhy hnojiv, která obsahují Zn, jsou Zinkovit, Zinkocit. Při vysokém obsahu Zn je omezen příjem Fe a rostliny trpí silnou chlorozou (Vaněk et al. 2012).

3.4.10 Výživa železem

Železo rostliny přijímají podobně jako vápník téměř výhradně jen přes kořenové špičky, tj. mladými částmi kořenů. Příjem Fe rostlinami je značně ovlivněn pH půdy v rozmezí 5,0 - 6,5. Xiao et al. (2018) uvádějí, že hnojení listovým hnojivem změnilo stav Fe v hlízách brambor a růstu rostlin. Byly také významné rozdíly v délce výhonku a suché hmotnosti celkových kořenů v důsledku hnojení Fe. Aplikace hnojení Fe změnila růst rostlin brambor a podle očekávání byl stav Fe v hlíze brambor dobrý.

3.4.11 Výživa mědi

Cu je přítomna v xylémovém exudátu v aniontové komplexní formě. Cu se vyznačuje velkou afinitou k aminokyselinám, z čehož se usuzuje, že uvedené sloučeniny slouží jako nosiče mědi v rostlinách. V průměru postačuje dodat ročně 20-30 g Cu na ha nebo v 1–10 kg CuSO₄ na několik let aplikace přes půdu (Richter & Hlušek 1994). K odstranění nedostatku mědi je nejčastěji používán síran měďnatý (obsahuje okolo 25 % mědi) (Duchon & Hampl 1962).

Také pro přihnojování během vegetace se používá 0,1% roztok síranu měďnatého. Je vhodné postřiky realizovat ráno nebo večer (Vaněk et al. 2007). Dále se používá měď ve formě chelátů ve speciálních hnojivech Kuprocit, Kuprohum (Hlušek 1996).

3.4.12 Výživa manganem

Rostliny brambor mohou i při vysokém obsahu manganu v půdě trpět nedostatkem tohoto prvku. Mangan je totiž za sucha v nakypřených hrůbcích oxidován a stává se rostlinám nedostupným. Špatná dostupnost manganu v půdě může být kompenzována hnojením na list. U většiny rostlin je však velkou překážkou takového příjmu živin vosková vrstvička na listech. Pokud prvky tuto bariéru překonají, dostanou se velmi rychle do rostlinných buněk (Koubová 2005). Charakteristickým znakem manganu je, že rostlina může být poškozena jak jeho nedostatkem, tak nadbytkem. Při nedostatku manganu se projevuje zvýšený výskyt strupovitosti hlíz. Výskyt nadbytku Mn často souvisí s nedostatkem P a Mo, což je podmíněno nízkou hodnotou pH. Při jeho nedostatku lze použít mimokořenovou aplikaci postřik s 0,2% roztokem síranu manganatého či hnojiva Vegalfor, Harmavit, Fertimag (Vaněk et al. 2012).

3.4.13 Mimokořenová výživa

Mimokořenové hnojení brambor má řadu výhod. Brambory jsou schopné přes listový aparát velice efektivně přijímat potřebné živiny. To je velká výhoda při suchu, poměrně chladné půdě a neoptimálním pH půdy. Mimokořenové hnojení působí okamžitě. Rychle a cíleně podporuje výnos a kvalitu hlíz zejména při nasazování hlíz a špatných růstových podmínkách. Listovými hnojivy lze rostlinám bramboru poskytnout všechny důležité živiny. Kromě dusíku (při akutním deficitu) obzvláště fosfor, hořčík a mikroelementy bor, mangan,

měď a zinek. Mimokořenové hnojení případnými přípravky lze provést např. v postřiku s fungicidy (Anonymous VI. 2019).

Mimokořenovým hnojením se zlepší vitalita rostlin a vzhled hlíz. U brambor je aplikaci vhodné zahájit od fáze poupat do období krátce po odkvětu, to je čas pro jeden až tři výživářské zásahy. Mimokořenová výživa však nemůže podstatně zvýšit výživný stav porostu. Vitalitu rostlin můžeme zvýšit pomocí přípravků, které obsahují nízké dávky základních živin (Honsová 2007).

Hlavní překážkou při vstupu živin do listu je jednovrstevná kutikula. Ovlhčením povrchu listu, které je umožněno přidáním detergentu (smáčedla) k foliárnímu roztoku se kutikula rozestoupí a umožní kontakt roztoku s buňkami epidermální části listu. Rychlost absorpce jednotlivých živin je značně rozdílná. Kationty pronikají přes membrány rychleji než anionty. Přijaté živiny rostlinou se vyznačují rozdílnou mobilitou. Mobilní jsou N, P, K a méně Mg, Fe, Mo (Diviš 2009).

Živiny a jejich relativní mobilita ve vztahu k expresi symptomů jejich nedostatku se projevuje na vzhledu rostliny (Westermann 2005).

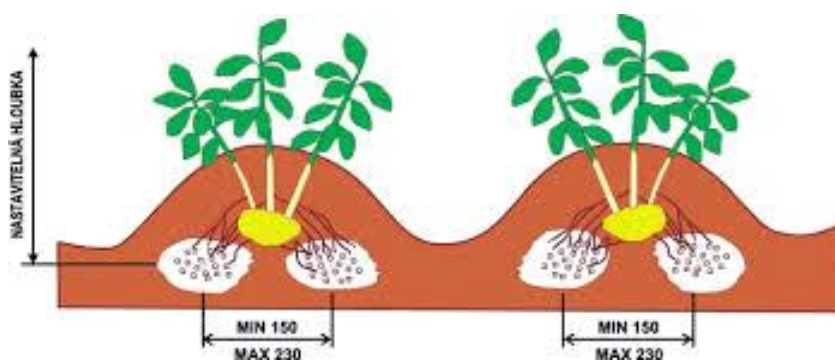
Absorpce živin je závislá na celé řadě podmínek. Rozhoduje o ní anatomicko-morfologická stavba listu, tloušťka kutikuly, stáří listů a rostliny (Mengel and Kirkby 2001; Marschner 2003). Značný význam mají i faktory vnějšího prostředí (Diviš 2009).

V utváření kutikuly existují dosti značné druhové rozdíly. U rostlin se silnější a neporušenou pokožkou (např. ovocných stromů, bobovitých rostlin a řady okrasných rostlin) jsou předpoklady průniku nižší. Utváření kutikuly je kromě genetických předpokladů ovlivňováno i vnějšími podmínkami, především světelnými a tepelnými. Rostliny v sušších a dobře osvětlených podmínkách vytvářejí silnější a kompaktnější kutikulu, zatímco při omezeném osvětlení nikoliv. Vlhkostní podmínky (déle trvající období srážek a změny vlhkostních poměrů) mohou také ovlivnit stav povrchu listů – porušení souvislosti kutikuly, které usnadňuje průnik aplikovaných látek. Také stáří pletiv hraje významnou roli, mladé orgány jsou schopny vstřebávat více živin než stará pletiva, což se dá vysvětlit silnější kutikulou (Vaněk et al. 2007).

Čepl & Kasal (2006) uvádějí, že výživný stav mladé bramborové rostlinky krátce ovlivňuje matečná hlíza. Po vytvoření asi sedmi listů a zejména při rychlé tvorbě kořenového systému od fáze 30 BBCH dochází k intenzivnímu příjmu živin. Optimální doba pro aplikaci vodných roztoků určených k mimokořenové výživě je v období tvorby poupat až začátku květu BBCH 55-65.

3.4.14 Lokální aplikace minerálních hnojiv

Minerální hnojiva jsou nejčastěji aplikována v pevné formě granulí, krystalů, prášku pomocí rozmetadel na celou plochu ornice (na široko). Nedokonalé rozmetání hnojiv, zvláště dusíkatých je nežádoucí a negativně se projevuje např. nestejným dozríváním. Toto řešení se využívá při sázení, při kterém je hnojivo umísťováno do okolí hlíz. Zvýší se tak koncentrace dostupných živin v zóně intenzivního prokořenění (Vokál et al. 2013). Aplikace hnojiv do hrůbku se nazývá lokální aplikace hnojiv. Lokální aplikace zvyšuje účinnost hnojiva a jeho využitelnost rostlinou (Amberger 1997).



Obr. 2: Schéma způsobu lokálního hnojení granulovaným minerálním hnojivem u brambor (Mayer et al. 2009)

V rámci technologie odkameňování je neúčelné aplikovat dusíkatá hnojiva plošně, protože následným rýhováním a separací by byla zapravena do celého orničního profilu (200-250 mm) a velká část dávky dusíku by se stala pro rostliny bramboru nedostupnou. Východiskem je lokální aplikace při sázení (Kasal et al. 2010).

Speciální listová hnojiva a roztok močoviny pro dohnojení se většinou aplikují společně v roztoku s fungicidy. Dohnojení ve formě pevných hnojiv (ledky) není účelné, neboť cílem zásahu musí být dodání rychle přístupných živin, což právě ledky nesplňují (po období květu intenzita příjmu dusíku klesá) (Richter 2004).

3.4.15 Hnojení brambor podle užitkového směru

Hnojení sadbových brambor

Při hnojení sadbových brambor je důležitá konečná sadbová velikost hlíz, vitalita hlíz a zdravotní stav sadby. Pro sadbové brambory používáme výrazně menší dávky dusíku, a přitom klademe důraz na dusík uvolněný z organických hnojiv. Správný účinek dusíku zabezpečíme vyrovnaným poměrem fosforečných a draselných hnojiv. Důležité je, aby se při sadbových bramborách vyrovnaly hladiny dusíkaté a fosforečné výživy. To znamená, že pro sadbové brambory se přednostněji používají vyšší dávky fosforečných hnojiv. Cílem je vyrovnání účinku dusíku fosforečnými a draselnými živinami, tím dosáhneme dřívějšího vzejití porostu. Intenzita hnojení sadbových brambor je vysoká v přímém vztahu k ostatním agrotechnickým zásahům, které jsou uplatňovány v semenářské agrotechnice. Ta směřuje k tomu, aby porost co nejdříve po výsadbě vzešel, rychle se vyvíjel a včas dozrál (např. sadba vyklíčená, hustější porosty, ochrana asimilačního aparátu) (Šmálik 1983).

Hnojení konzumních brambor

U konzumních brambor jde kromě úrody hlíz vhodných na konzum také hlavně o nutriční hodnoty. Chuť konzumních brambor je v přímém vztahu se středním obsahem popelovin a značně závisí na rovnováze dusíku a draslíku v hlízách. Optimální je poměr $N : K = 1 : 2,07$ (Šmálik 1983). Konzumní brambory by se neměly hnojit močůvkou. Po hnojení močůvkou jsou brambory vodnaté, s pachutí fekálii, rychleji tmavnou a mají narušenou strukturu dužiny. Nejlepší konzumní hodnotu mají brambory nehnojené hnojem v roce pěstování a po zeleném hnojení (Šmálik 1983). Dávky dusíku upravujeme podle určení konzumních brambor, zejména pro jakou kuchyňskou úpravu jsou zamýšleny. Systémy používané v současnosti v dobré zemědělské praxi doporučují přímé hnojení hnojem k bramborám. Podmínkou je však používání kvalitního hnoje a jeho podzimní aplikace a zaorávka do konce října.

Průmyslové brambory

Pro průmyslové brambory jako surovinu na průmyslové zpracování má prvořadý význam obsah škrobu v hlízách, velikost škrobových zrn, kvalita škrobu (viskozita) a obsah bílkovin (vysoký obsah je nežádoucí). Kvalitu škrobu pozitivně ovlivňují fosfor a vápník. Nepříznivě na úroveň kvality škrobu působí větší množství chloru. Důležité je, aby se brambory nehnojily jednostranně, zejména dusíkem (Šmálik 1983).

Krmné brambory

Hlavním cílem u krmných brambor je získat vysokou úrodu hlíz s nejvyšším obsahem sušiny a bílkovin. To lze docílit vysokou intenzitou organického a minerálního hnojení s maximálními dávkami dusíku. U krmných brambor lze využívat i močůvku (Šmálik 1983).

Tab. 6: Dávky čistých živin N, P, K hnojiv (v kg/ha) při dávce hnoje 20 t/ha (Šmálik 1983)

Užitkový směr	N	P	K
Sadbové rané	120	47,5	200
Sadbové polopozdní	100	47,5	200
Sadbové pozdní	100	51,5	200
Konzumní rané	140	47,5	200
Konzumní polopozdní	140	47,5	200
Konzumní pozdní	140	51,5	200
Průmyslové	120	51,5	200

3.4.16 Organická hnojiva

Statková hnojiva

Organická hnojiva přispívají ke zlepšení struktury půdy a její úrodnosti, zlepšují její vjímatelost pro vodu i provzdušnění. Brambory bývají zařazené do tzv. „první trati“, to znamená, že se k nim aplikují statková hnojiva, jejichž pozitivního působení využívají plodiny pěstované v rámci celého osevního postupu. K statkovým hnojivům patří zelené hnojení a stájová hnojiva různých druhů jako jsou hnůj, močůvka, kejda a dále komposty (Vokál et al. 2004).

Chlévský hnůj

Hnojení chlévským hnojem nejlépe využívají brambory. Dávka hnoje pod brambory činí 40-50 t/ha, na lehkých půdách používáme nižší dávku 30-40 t/ha. Brambory velmi dobře využívají živiny uvolněné mineralizací hnoje (Ivanič et al. 1984). Hnůj je nejdůležitější zaorat na podzim, naopak pro jarní aplikaci jsou vhodné komposty (Hruška et al. 1979).

Tab. 7: Průměrný obsah organických látek a živin v hnoji (% v čerstvé hmotě) (Vaněk et al. 2007)

Sušina	OL	N	P	K	Ca	Mg
24	17	0,48	0,11	0,52	0,37	0,08

Močůvka

Močůvku řadíme mezi dusíkato-draselná hnojiva. Obsah organických látek a fosforu je zde zanedbatelný. Dávka močůvky se řídí náročností dané plodiny na dusík, případně draslík. Při nesprávném skladování a aplikaci vznikají velké ztráty dusíku (Vaněk et al. 2007). Močůvku lze využít k meziplodinám na zelené hnojení, lze doporučit s 1-2 kg superfosfátu na 100 l močůvky (Hruška et al. 1979).

Tab. 8: Obsah organických látek a živin močůvce (v %) (Vaněk et al. 2007)

Sušina	OL	N	P	K	Ca	Mg
2,4	2	0,25	-	0,44	0,007	0,01

Kejda

Před 30 lety ve většině provozů živočišné výroby v ČR byla produkována značně nekvalitní kejda. V této době byl velice kritický pohled na využití kejdy v rostlinné výrobě. V současnosti se jedná o velmi kvalitní hnojivo, s vysokou účinností živin. Kejda skotu i prasat je hodnotné organické hnojivo, které se vyrovná chlévskému hnoji pouze tehdy, je-li kvalitní (u skotu průměrně kolem 8 % sušiny a 0,35 % N a u prasat průměrně 7 % sušiny a 0,5 % N) a je-li věnována náležitá pozornost volbě dávek i kvalitě rozmetání a zapravení (Rybáček et al. 1988). Na kejdu se vzhledem ke značné části dusíku ve čpavkové formě, pohlíží jako na účinné dusíkaté hnojivo. Největší účinnost má kejda aplikovaná na jaře před založením porostu. Dávka se řídí podle obsahu dusíku v kejdě. Dávka při použití kejdy skotu je 45–60 t ha, kejda prasat 30–40 t ha. Při hnojení kejdou je doporučená kombinace se zeleným hnojením či zaorávkou slámy (Kasal et al. 2010).

Tab. 9: Obsah živin v kejdě (v % čestvé hmoty) (Vaněk et al. 2007)

sušina	OL	N	P	K	Ca	Mg
7,6	6	0,32	0,07	0,40	0,14	0,04

Sláma

Sláma obilnin nebo řepky je vhodným organickým hnojivem v kombinaci s menší dávkou hnoje, zeleným hnojením nebo minerálními hnojivy. Je potřeba upravit poměr C : N přidáním 8 kg dusíku v amonné formě na 1 t slámy (Hamouz 2007). Nedoporučuje se použití

ledku vápenatého. Zaorávka slámy vyžaduje rozřezání na 10 cm, rovnoměrné rozmetání a dobré zapravení do půdy (Hruška et al. 1979). Pro efektivnější využití je lepší zapravení slámy a hnojiv orbou (Kasal et al. 2010).

Zelené hnojení

Zelené hnojení je velmi vhodné pro rané brambory. Účelně doplňuje všechna ostatní organická hnojiva a na půdách s dobrou půdní silou je může i nahradit (Hamouz 2007). Zeleným hnojením rozumíme zaorávání rostlin, které se za tímto účelem pěstují, do půdy. Pěstováním bobovitých rostlin se půda obohacuje o elementární dusík, který poutají rhizobia žijící na kořenech (Ivanič et al. 1984). Meziplodiny jsou plodiny, které lze na základě jejich biologických vlastností využít pro vytvoření vegetačního pokryvu půdy v mezioporostním období. Cílem pěstování meziplodin je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí zemědělství. Mimoprodukční a produkční funkce meziplodin v systémech hospodaření na půdě nelze z hlediska jejich vzájemného propojení od sebe jednoznačně oddělit (Brant et al. 2008).

Zeleným hnojením rozumíme způsob organického hnojení, při němž se do půdy zaorává vyprodukovaná hmota rostlin, které byly pěstovány k tomuto účelu (Vokál et al. 2004).

3.5 Diagnostika výživy brambor

Obsah živin v rostlinách se výrazně lepší v závislosti na půdně klimatických podmínkách, intenzitě hnojení, technologii pěstování užitkového směru a pěstované odrůdě. Významný vliv má také termín odběru rostlin, je proto obtížné uvádět pouze „optimální“ obsahy. V této kapitole jsou soustředěny obsahy vybraných autorů pro podmínky ČR, případně Německa.

Tab. 10: Obsah živin u brambor (% v sušině) (Baier & Baierová 1985).

Prvek	N	P	K	Na	Ca	Mg
Nať při kvetení	4,58	0,36	5,01	0,05	2,20	0,61
Hlízy při sklizni	1,78	0,22	1,98	0,01	0,11	0,13
Nať při sklizni	2,20	0,14	2,35	0,05	2,74	0,60

Tab. 11: Průměrný odběr živin při sklizni v přepočtu na jednotku hlavního produktu (kg/t) (Baier & Baierová 1985).

	N	P	K	Ca	Mg
Bulva	5	0,9	6,6	3,5	0,7

Baier et al. (1988) v metodice pro anorganické rozborů rostlin uvádí tento postup. Odběr prováděli tak, že odebrali vždy 5 rostlin v řádku za sebou, celkem minimálně z pěti míst. Z malých vzorků vytvořili jeden směsný. Z toho stanovovali počet listů na hlavním stonku, počet všech stonků a růstovou fázi. Při odběrech vzorků rostlin zjistili stav porostu, popřípadě jeho poškození chorobami či škůdci a také počet rostlin. Analýzu bramborových hlíz provedli v čerstvé hmotě. Vyšli z toho, že výsledky různě korelují v obsahu v listech.

Tab. 12: Obsah živin nadzemní biomasy při vytvoření 4. listu (v % sušiny) (Baier et al. 1988)

	N	P	K	Ca	Mg
Průměr	5,55	0,58	4,86	1,46	0,56
Interval	3,98-6,54	0,29-0,97	3,10-6,98	0,92-2,16	0,29-0,86

Tab. 13: Obsah živin nadzemní biomasy na začátku kvetení (v % sušiny) (Baier et al. 1988)

	N	P	K	Ca	Mg
Průměr	4,11	0,42	5,18	2,16	0,67
Interval	2,56-5,20	0,20-0,79	2-9,52	1,44-3,06	0,31-1,40

Tab. 14: Obsah živin natě při sklizni (v % sušiny) (Baier et al. 1988)

	N	P	K	Ca	Mg
Průměr	2,09	0,19	2,56	2,82	0,64
Interval	1,07-3,34	0,05-0,44	0,32-6,54	1,43-4,60	0,24-1,25

Tab. 15: Obsah živin hlíz při sklizni (v % sušiny) (Baier et al. 1988)

	N	P	K	Ca	Mg
Průměr	1,68	0,26	1,99	0,10	0,13
Interval	1,02-2,52	0,12-0,42	0,97-2,68	0,01-0,54	0,02-0,33

Pro potřeby kontroly a korekce výživného stavu porostů brambor lze použít diagnostickou metodu anorganických rozborů rostlin. Tzv. listová diagnostika u brambor. V počátečním růstu je rostlina zřejmě ovlivněná mateční hlízou. V oblasti korekce výživného stavu brambor základními živinami se setkáváme i s tím, že cílený zásah neznamená žádoucí změnu parametrů výnosu a kvality (Vokál et al. 2004).

Knop et al. (1978) uvádí ve své metodice pro lepší využití hnojení močovinou brambor v lokalitě Tábor. Při výsadbě byl zaorán hnůj v dávce 40 t /ha. Při sklizni byl odebírán průměrný vzorek hlíz. Tam stanovili obsah škrobu, sušiny a dále i jednotlivých prvků.

Tab. 16: Obsah živin hlíz (v % sušiny) Knop et al. (1978)

škrobnatost	sušina	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
22,41	28	4,3	1,31	0,22	1,60	0,07	0,03	0,20	0,28

Tab. 17: Obsah živin natě v době kvetení (podíl čerstvé hmoty v %) (Neuberg et al. 1989).

N	P	K	Na	Ca	Mg
4,58	0,36	5,01	0,05	2,20	0,61

Tab. 18: Obsah živin hlíz a natě brambor (v % sušiny) (Ivanič et al. 1984)

	N	P	K	Ca	Mg
Hlízy	0,34	0,07	0,48	0,02	0,03
Nat'	0,49	0,07	0,36	0,45	0,20

Tab. 19: Obsah živin natě hlíz ve sklizni (v % sušiny) (Neuberg et al. 1989)

N	P	K	Na	Ca	Mg
1,46	0,23	1,70	0,96	0,11	0,09

Tab. 20: Obsah živin natě v období sklizně (v % sušiny) (Neuberg et al. 1989)

N	P	K	Na	Ca	Mg
2,20	0,14	2,35	0,05	2,74	0,60

Tab. 21: Obsah makroelementů (v % sušiny) (Fruchtenicht et al.1993)

	N	P	K	Mg	Ca	S
Hlíza	0,3-0,4	0,12-0,16	0,55-0,65	0,03-0,10	0,01-0,05	0,01-0,03
Nat'	0,3-0,5	0,1-0,2	0,5-0,7	0,15-0,25	-	0,03-0,05

Tab. 22: Obsah mikroelementů v sušině (mg/kg) (Fruchtenicht et al. 1993)

	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Hlíza	1,76-2,64	0,22-0,88	0,44-0,88	0,22-0,44	0,22-0,66	0,01-0,02
Nat'	5-7,5	2,5-7,5	1,25-2,5	0,25-0,75	0,10-0,15	0,2-0,05

Tab. 23: Obsah makroelementů (v % sušiny) a mikroelementů v sušině (mg/kg) (Wissemeier & Olf 2019)

	N	P	K	Ca	Mg	N/S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Tvorba poupat	5,1-6,8	0,35-0,70	4,5-7	0,66- 2,20	0,22- 0,50	<17	20-60	7,5-16	40-200	0,25- 0,60	23-80
Tvorba pupenů	4,5-6	0,30-0,61	4-6,4	0,60-2	0,24- 0,60	<17	25-70	7-15	35-200	0,20- 0,50	20-80
Začátek kvetení	3,9-5,2	0,27-0,55	3,7-6,1	0,55- 2,00	0,27- 0,68	<17	21-50	6-12	35-200	0,18- 0,45	18-70
Tvorba hlíz	3,2-4,6	0,25-0,55	3,5-5,7	0,50- 1,80	0,29- 0,72	<17	21-50	5-10	30-200	0,15- 0,40	15-70

4 Materiál a metody

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Moje bakalářská práce zkoumá diagnostiku výživného stavu brambor během vegetace v různých fenologických fázích. Tyto jsou zaměřené na makro a mikro prvky. Vzorky byly odebírané vždy z prvního plně vyvinutého listu. Pokus byl proveden v poloprovozních podmínkách v jižních Čechách na rodinné farmě Jaroslava Čecha. Farma sídlí v okrese Tábor v katastrálním území obce Běleč.

Obr. 3: Pozemek pokusu



4.1.1 Charakteristika půdy

Vybraný pozemek se nachází v Jihočeském kraji v okrese Tábor, blízko města Mladá Vožice. V katastrálním území Běleč 601888, parcelní číslo 0701/12, nadmořská výška je 457 m. n. m. Průměrná sklonitost 2,92°, celková výměra pozemku 5,26 ha BPEJ 7.29.11

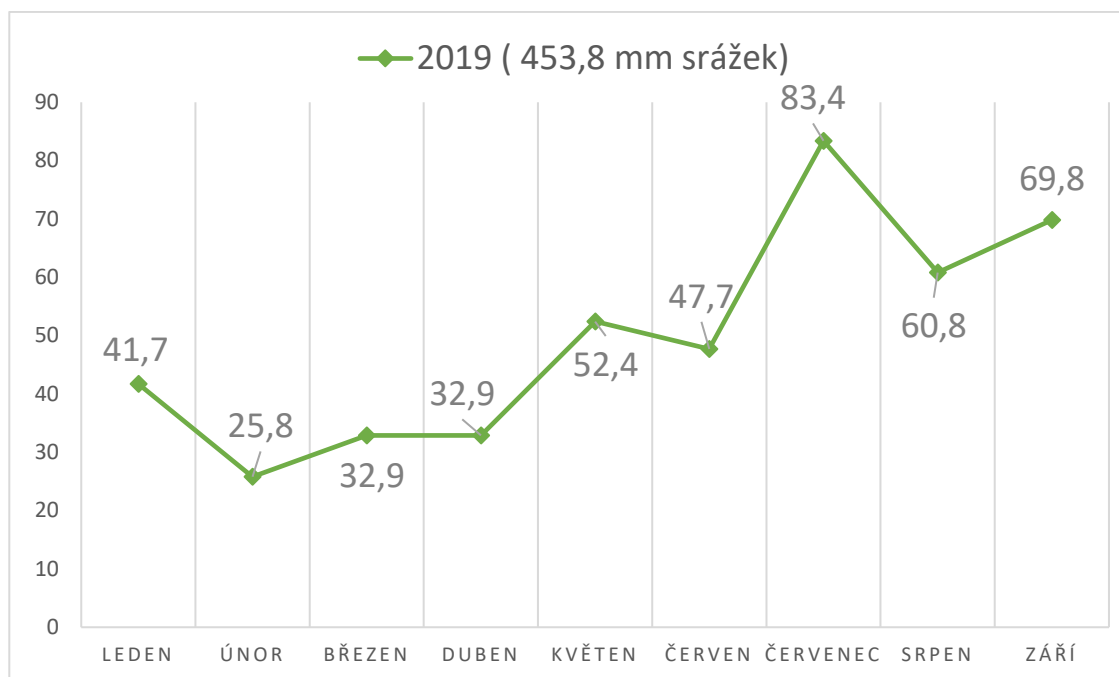
Tab. 24: AZZP k roku 2018 (mg/kg) (Mehlich 3)

pH/CaCl ₂	K	P	Ca	Mg
5,8	145	76	1740	188

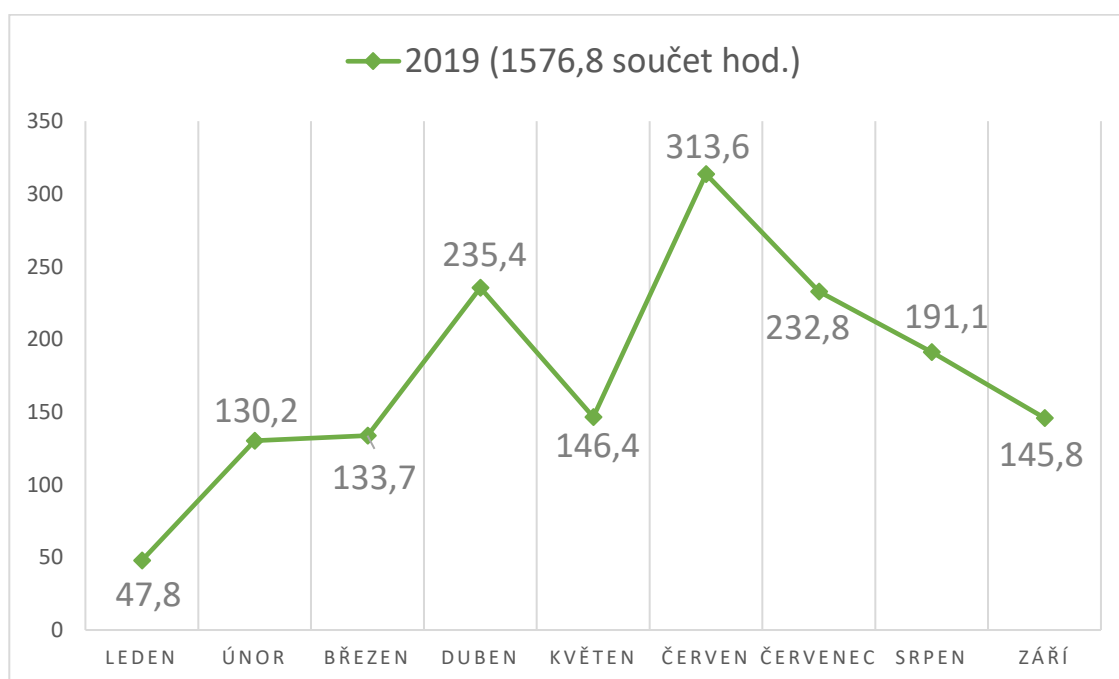
4.1.2 Charakteristika povětrnostních podmínek

Úhrn srážek po dobu vegetace od výsadby po sklizeň činil v roce 2019 - 343,7 mm. Z grafu můžeme vidět, že srážky se plynule navyšovaly a jen menší propad byl v červnu.

Graf 2: Srovnání měsíčních úhrnů srážek ve stanici Mladá Vožice (Anonymous VIII. 2019)



Graf 3: Srovnání slunečního svitu v hodinách ve stanici Mladá Vožice (Anonymous VIII. 2019)



4.1.3 Sledované odrůdy brambor

Adéla

Adéla je raná konzumní odrůda (Roubal 2019). Má vysokou odolnost proti virovým chorobám a plísni bramborové (Ro1). Nabývá vysokého výnosu oválných hlíz se sytě žlutou dužninou. Hlízy jsou rezistentní mechanickému poškození a obecné strupovitosti. Konzumní jakost je varného typu B/A, struktura pevná, po uvaření netmavne. Je vhodná k uskladnění a ke konzumaci po celý rok. Odrůda nemá výjimečné nároky na pozemek. Dobře využije vyšší hladinu živin v půdě. Je dobré ji sázet v co nejranějším termínu, takže začátkem dubna.

Popis:

- typ trsu: stonkový, nízký, mírně rozkleslý.
- list: středně velký, oválný, silně zvlněný
- květ: bílý, větší četnost
- hlízy: oválné, mělká očka, slupka žlutohnědá, dužnina sytě žlutá

Rezistence:

- 1) vysoký výnos a výborná konzumní jakost
- 2) odolnost proti háďátku (Ro1).
- 3) odolnost proti plísni v nati.
- 4) odolnost proti mechanickému poškození.

Kiebitz

Užitkový směr raná, až poloraná odrůda na konzumní chipsy s nadměrně vysokou stabilitou kvality pro výrobu chipsů, hodně dobrá zpracovatelnost při sklizni i delším uskladnění, které by se mělo pohybovat do 4°C. Hlíza má dobrou loupatelnost, proto se používá na výrobu bramborových chipsů. Obsah škrobu v hlíze 19 %. Vynikající hospodářské vlastnosti (Norika 2019).

Popis:

- typ trsu: stonkový, nízký, mírně rozkleslý
- list: oválný, středně velký
- květ: červeno-fialový, časná ranost kvetení
- hlízy: oválné, středně velké, středně hluboká očka, slupka žlutá, dužnina žlutá

Rezistence:

- 1) vysoký výnos a výborná konzumní jakost
- 2) odolnost proti hád'átku (Ro1, Ro4).
- 3) odolnost proti strupovitosti
- 4) odolnost proti hnilobě
- 5) střední odolnost proti svinutce, černé noze a Y viru

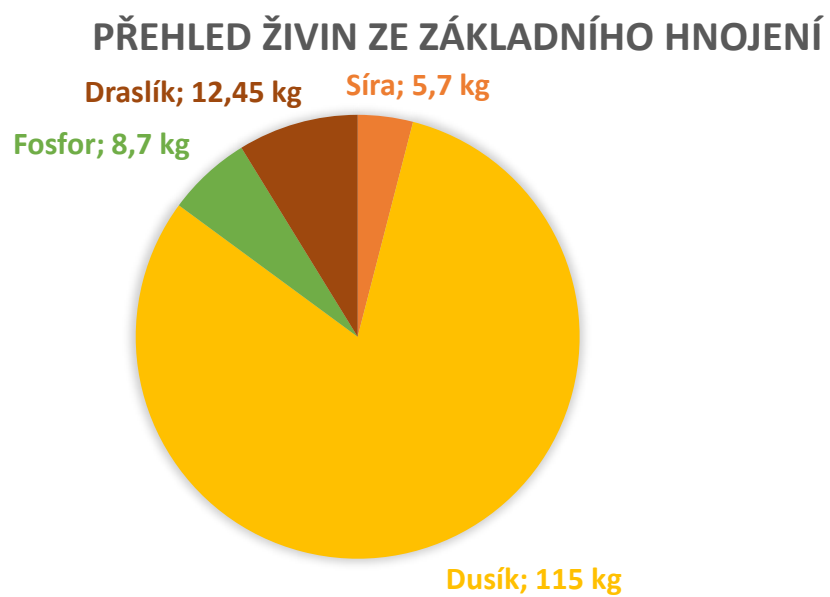
4.2 Výsadba a základní hnojení

V srpnu 2018 se začal připravovat pozemek na výsadbu brambor. Mezi první práce patřilo zaorání předplodiny, kterou se stal jetel luční v druhém produkčním roce. 30.8. 2018 proběhla aplikace chlévského hnoje v dávce 30 t/ha. 5.9.2018 byla zasetá meziplodina hořčice setá jako zelené hnojení. Hořčice se 5.11. 2018 zaorala 25 cm hlubokou orbou. Před samotnou výsadbou bylo provedeno hloubkové kypření 25 cm strojem Horsch Terrano. Kypření je důležité, aby vzniklo dostatečné množství půdy pro další práci strojů a zároveň proschly spodní vrstvy půdy. Sazení začalo dne 17.4.2019 pomocí technologie separace. Hlízy byly vysazeny do hloubky 20 cm a vzdálenosti 27 cm. Sadbu jsme použili uznanou a certifikovanou. Velikost hlíz se pohybovala mezi 35-50 mm. Souběžně s výsadbou se uskutečnilo i základní hnojení 400 kg na ha v poměru 1:1:1, kdy se smíchávají 3 hnojiva: Dasa 26 % N, 13 % S, močovina 46 %, NPK 15-15-15. Tato směs hnojiv byla aplikována „pod patu“.

Hnojiva	Obsah živin	Čistý přepočet
Dasa 133 kg	N-26 % S-13 %	N-34,5 kg, S-5,7 kg
Močovina 133 kg	N-46 %	N-61 kg
NPK 133 kg	K ₂ O-15 %, P ₂ O ₅ -15 %, N-15 %	K-12,45kg, P-8,7kg, N-20 kg
Součet živin	S=5,7 kg, N=115 kg, P=8,7 kg, K=12,45 kg	

Tab. 25: Přepočet čistých živin ze základního hnojení

Obr. 4: Přepočet čistých živin ze základního hnojení



4.3 Hnojení a ošetřování v průběhu vegetace

Tab. 26: Tabulka hnojení během vegetace

Datum	Druh hnojiva	Dávka/ha	kg živin na ha
17. 6. 2019	Hořká sůl	5 kg	Mg 0,86 kg, S 0,92 kg
17. 6. 2019	Močovina	26 kg	N 11,96 kg
17. 6. 2019	Forte alfa gama	2 l	N 1 kg, P 0,25 kg, K 0,23 kg, Mg 0,22 kg, Zn 0,02 kg, Cu 0,01 kg, B 0,01 kg
17. 6. 2019	Forte alfa fenol	2 l	N 1 kg, P 0,25 kg, K 0,23 kg, Mg 0,22 kg, Zn 0,02 kg, Cu 0,01 kg, B 0,01 kg
21. 6. 2019	Síra 165	4 l	S 0,66 kg, N 0,4 kg
21. 6. 2019	Hořká sůl	5 kg	Mg 0,86 kg, S 0,92 kg
28. 6. 2019	Hořká sůl	5 kg	Mg 0,86 kg, S 0,92 kg
28. 6. 2019	Síra 165	2 l	S 0,33 kg, N 0,2 kg
8. 7. 2019	Hořká sůl	2 kg	Mg 0,35 kg, S 0,37 kg
8. 7. 2019	Močovina	26 kg	N 11,96 kg
8. 7. 2019	Síra 165	1 l	S 0,165 kg, N 0,1 kg
17. 6. 2019	Forte alfa gama	2 l	N 1 kg, P 0,25 kg, K 0,23 kg, Mg 0,22 kg, Zn 0,02 kg, Cu 0,01 kg, B 0,01 kg
8. 7. 2019	Forte alfa fenol	2 l	N 1 kg, P 0,25 kg, K 0,23 kg, Mg 0,22 kg, Zn 0,02 kg, Cu 0,01 kg, B 0,01 kg
17. 7. 2019	Močovina	26 kg	N 11,96 kg
17. 7. 2019	Hořká sůl	5 kg	Mg 0,86 kg, S 0,92 kg
17. 7. 2019	K – gel	4 l	K 0,7 kg, N 0,23 kg
17. 7. 2019	Močovina	26 kg	N 11,96 kg
8. 2019	Močovina	24 kg	N 11,04 kg

Tab. 27: Celkový součet živin aplikací přes list

N	P	K	Mg	S	Cu	B	Zn
61,45 kg	0,5 kg	1,15 kg	4,23 kg	5,2 kg	20 g	20 g	40 g

Tab. 28: Tabulka přípravků použitých během vegetace

Datum	Přípravek	Dávka na ha	Druh
9. 5. 2019	Banduro	4 l	herbicid
9. 5. 2019	Efica 960 EC	1,2 l	herbicid
17. 6. 2019	Calipso	0,1 l	mandelinka
21. 6. 2019	Ridomil gold	2,5 kg	Plíseň
28. 6. 2019	Calipso	0,1 l	mandelinka
28. 6. 2019	Ridomil gold	2,5 kg	Plíseň
8. 7. 2019	Biscaya	0,2 l	mandelinka
8. 7. 2019	Revus top	0,6 l	Plíseň
16. 7. 2019	Revus top	0,6 l	Plíseň
22. 7. 2019	Zignal	0,4 l	Plíseň
2. 7. 2019	Biscaya	0,2 l	mandelinka
1. 8. 2019	Zignal	0,4 l	Plíseň

4.3.1 Charakteristika použitých hnojiv

Hořká sůl

- Složení, vzhled a vlastnosti:

Rychle působící hořečnato-síranové hnojivo ke hnojení na list. Živiny jsou ve vodě zcela rozpustné a jsou k dispozici v síranové formě.
- Obsah živin:
 - 16 % MgO – ve vodě rozpustný oxid hořečnatý
 - 13 % S – ve vodě rozpustná síra
- Použití:

K odstranění nedostatku hořčíku a síry v rostlinném porostu. Vhodné jako listové hnojivo zvláště účinné při jednom nebo více postřicích 5% roztokem. Obilniny – k odstranění nedostatku Mg na počátku sloupkování a ve fázi tvorby zrna a zrání. Řepka – k pokrytí potřeby Mg a S opakovat několikrát během vegetace. Hořká sůl je mísitelná s většinou přípravků na ochranu rostlin (dle pokynů výrobce). Dle distributora (Anonymous I. 2019)

Močovina

- Charakteristika produktu:

Močovina je diamid kyseliny uhličité – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Je to neutrální organická sloučenina s vysokým obsahem dusíku (více než 46 % N) ve formě amidické. Močovina je koncentrované dusíkaté hnojivo určené k základnímu hnojení před setím nebo výsadbou a k přihnojování během vegetace

- Použití a způsob účinku:

Vyrábí se syntézou z amoniaku a oxidu uhličitého. Prilovaná močovina jsou bílé granulky, lehce rozpustné ve vodě. Močovina je povrchově upravená proti spékavosti. Dle distributora Anonymous II. (2019).

- Živiny:

celkový dusík jako N v % 46,0

K-GEL

- Charakteristika produktu:

Listové hnojivo K-gel 175 je určeno pro podporu procesů fotosyntézy především v pozdních fázích vegetace s prodlouženou účinností díky gelotvorné složce.

- Cíl použití a způsob účinku:

Aplikuje se v době, kdy je plně vyvinut listový asimilační aparát a jeho funkčnost rozhoduje o intenzitě tvorby cukerných složek v zásobních (hlízy, bulvy) či generativních (zrno obilnin) orgánech. K-gel 175 je určen k ošetření nejaktivnějších částí rostlin, které jsou nejvíce vystaveny dopadajícímu světelnému záření.

- Složení:

Živiny K a S a organické gelotvorné látky. Všechny složky jsou v plně rozpuštěných aktivních formách.

- Živiny:

K_2O : 175 g/l, S: 58 g/l

- Organické látky:

U běžných listových hnojiv, vzhledem k značným výkyvům vlhkosti vzduchu v době aplikace, dochází k rychlému vysychání postřikové jíchy a tím k znepřístupnění živin, které ulpěly na listech. U gelových hnojiv gelotvorná složka zajišťuje lepší přilnavost postřikové jíchy k povrchu listů a zároveň zpomaluje vysychání a ztrátu vody. Tím je omezena krystalizace a následné riziko spadnutí živin ve formě krystalů z povrchu listů na zem. Při opětovném zvýšení vlhkosti gel jímá vodu a krystaly živin se opět rozpouštějí a obnovuje se proces vstupu živin do listů.

K-gel obsahuje smáčedlo, které výrazně zvyšuje kontaktní plochu a povrchu listů. Tím dochází k vyššímu účinku živin i přípravků na ochranu rostlin. Dle distributora (Anonymous III. 2019).

Síra 165

- Charakteristika produktu:

Listové hnojivo s vysokým obsahem vodorozpustné síry a dusíku pro použití během celé vegetace ve všech plodinách.

- Cíl použití a způsob účinku:

Hnojivo je určeno k vyrovnání deficitu síry, který vznikl během vegetace vlivem povětrnostních podmínek či agrotechnických opatření. Nejvýznamnějším obdobím pro uplatnění je etapa intenzivního nárůstu biomasy a příjmu dusíku v nitrátové formě. Obsahuje významné množství síry pro úpravu výživného stavu. Aplikací se překlenuje období podmínek nepříznivých pro příjem živin a omezí se dopad stresu na rostliny. Nejvhodnější je použití na základě anorganických rozborů rostlin (ARR).

- Složení:

Živiny S a N v plně rozpuštěných aktivních formách.

- Živiny:

N: 100 g/l, S: 165 g/l

Dle distributora (Anonymous IV. 2019).

Forte alfa fenol, forte alfa gama

Nesuspendní listová hnojiva určená pro zlepšení zdravotního stavu porostu

Specifický účinek organických látek v součinnosti s živinami:

Omezení stresu, stabilizace vodního režimu, lepší růst kořenové soustavy, intenzivní čerpání živin z půdy, aktivní zapojení přijatých živin.

Tab. 29: Živiny v dávce 4 l/ha (g/ha).

N-1000 g/4 l	Zn-20 g/4 l
P ₂ O ₅ -576 g/4 l	Cu-10 g/4 l
K ₂ O- 288 g/4 l	B-10 g/4 l
MgO - 300 g/4 l	

Obsah živin v hnojivech zcela pokrývá potřeby v optimálním termínu pro aplikaci hnojiv řady FORT). Dle distributora (Anonymous V. 2019).

4.4 Odběr vzorků rostlin v průběhu vegetace

Zkoumání jsem prováděla na obou odrůdách, tedy Adéle A a Kiebitz. Porost byl založen na technologii separace dne 17. 4. 2019. Pokus se zaměřil na odběr vzorku prvního plně vyvinutého listu, který byl odebírán v růstových fázích 25, 30, 40, 50-69, 70-79 podle makrofenologické stupnice BBCH. Vytyčila jsem si parcely pro 4 odběry. Vždy bylo odebíráno 10 listů ve dvou opakováních u každé odrůdy. K odběru sloužila předem určená parcela. Vzorky byly částečně předsušené v domácích podmínkách. Parcely jsem označila tabulkami pokus a kontrola, přičemž pořadí brázd bylo vždy vedle sebe. Každá pokusná parcela s jednou variantou byla tvořena 10 trsy dané odrůdy. U každé části bylo odebíráno v pěti opakováních po 10 listech z 10 trsů. Parcely se nacházely vedle sebe na jednom půdním bloku. To mi zaručilo, že jsou stejně vyhnojovány i stejně ošetřovány. Jejich půdní předpoklad byl tudíž shodný. Vzorky jsem dále sklízela a třídila. Měření jsem prováděla kapesní měrkou brambor. Vážení proběhlo na ruční digitální váze ještě na poli. Po zvážení skupin hlíz jsem spočítala průměrnou hmotnost hlízy pod každým trsem.

Tab. 30: Odběry vzorků během vegetace:

Odběr	Datum
1. odběr	14. 6 2019
2. odběr	23. 6. 2019
Odběr firmou AGRA Střelské Hoštice	3. 7. 2019
3. odběr	6. 7 2019
4. odběr	26. 7. 2019

4.5 Sklizně a odběr vzorku

Brambory byly odkopány 13.9.2019 po dvou trsech z každé varianty ve dvou opakováních. Vzorky jsem sklízela a odkopávala ručně. Hlízy jsem roztřídila do tří kategorií: pod 40 mm odpad, 40 – 70 mm konzumní hlízy a nad 70 mm nadstandardní hlízy. Třídění jsem prováděla kapesní měrkou brambor. Vážení proběhlo na ruční přesné digitální váze ještě na poli. Po zvážení skupin hlíz jsem spočítala průměrnou hmotnost hlízy pod každým trsem (viz tabulka č.), dále jsem hlízy a sušené listy odvezla na katedru agroenvironmentální chemie a výživy rostlin do Prahy, kde proběhly analýzy pro stanovení obsahu živin kvalitativních parametrů hlíz. Výsledky se statisticky zpracovaly metodou ANOVA.

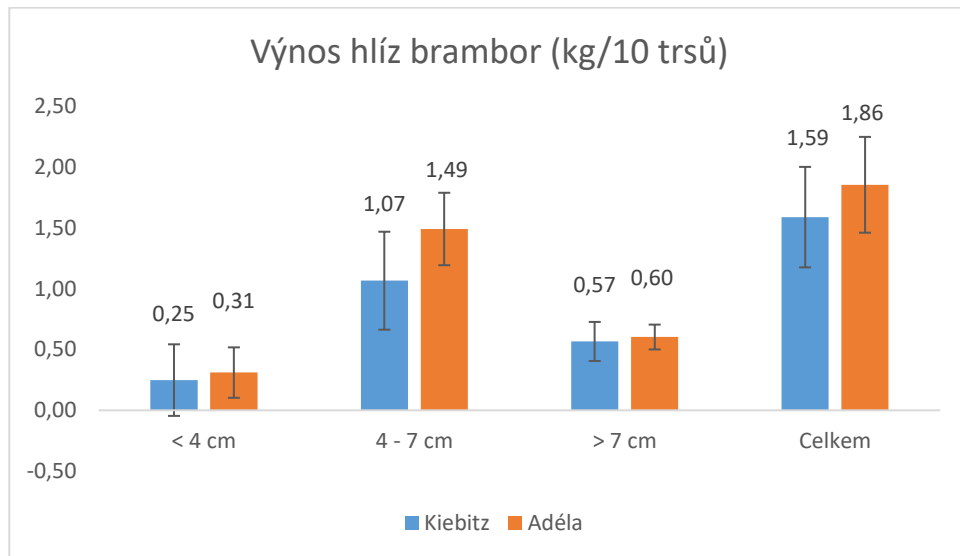
Obr. 5: Sklizně pokusu



5 Výsledky

5.1 Výnosové výsledky

Graf 4: Průměrné hmotnosti hlíz v gramech jednotlivých velikostních skupin



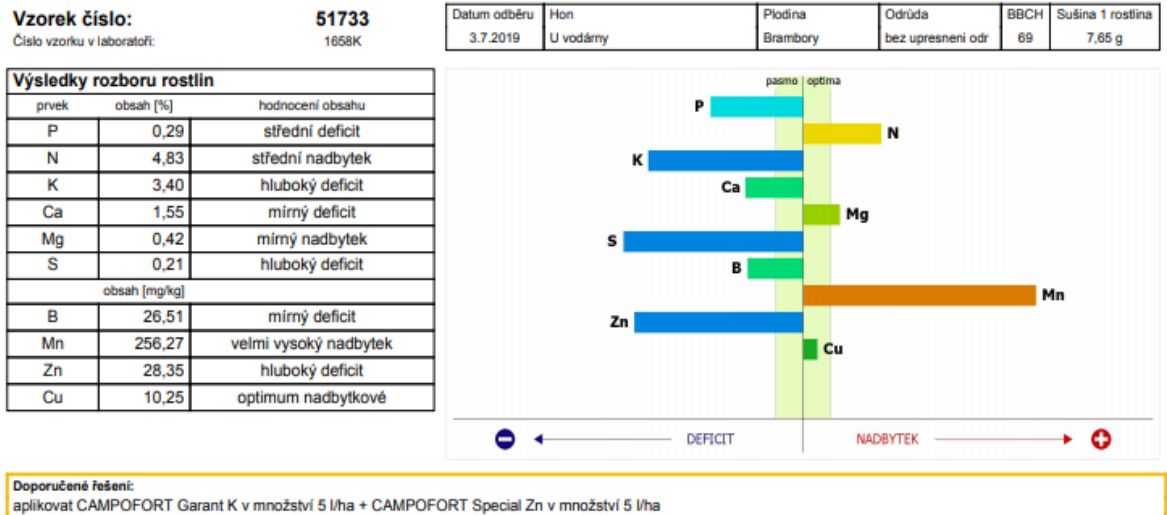
Hektarový výnos po přepočtu u odrůdy Adéla byl 35 t/ha a u odrůdy Kiebitz 24,64t/ha. Z grafu můžeme vidět, že odrůda Adéla měla celkově vyšší výnos, zejména v kategorii od 4 – 7 cm.

Tab. 31: Průměrné hmotnosti hlíz (v gramech) jednotlivých velikostních skupin v době sklizně 13.9

Odrůda	Varianta	Průměr hmotnosti hlíz pod 40 mm	Průměr hmotnosti hlíz 40-70 mm	Průměr hmotnosti hlíz nad 70 mm	Celková průměrná hmotnost variant	Průměrné počty hlíz pod trsem
ADÉLA	1	218	1310	192,5	122	13
KIEBITZ		167,5	897,5	165	68,5	21
ADÉLA	2	417,5	1720	0	70,25	29
KIEBITZ		440	707,5	375	78,5	23
ADÉLA	3	372	1455	191	67,25	34
KIEBITZ		155	1270	0	74	20
ADÉLA	4	157,5	2220	67,5	87,25	20
KIEBITZ		275	1235	1225	64	24
ADÉLA	Ø	291,25	1676,25	112,75		
KIEBITZ		259,375	1027,5	441,25		
			Celkový průměr		78,96	

5.2 Obsah živin v rostlinách

5.2.1 Rozbory AGRO Střelské Hoštice



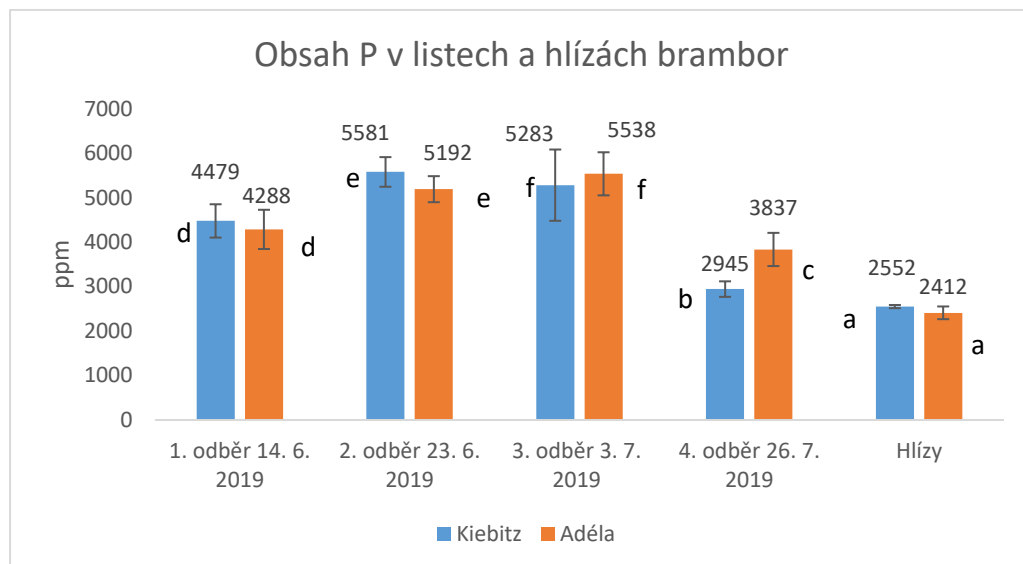
Obr. 6: Rozbor AGRO Střelské Hoštice

Výživný protokol od firmy AGRA Střelské Hoštice. V den odběru 3. 7. 2019 byly odebírány listy jejich zaměstnancem. Následně vyhodnocené v laboratoři a přidáné nějaké doporučení včetně dalšího postupu foliární výživy.

5.2.2 Rozbory KAVR

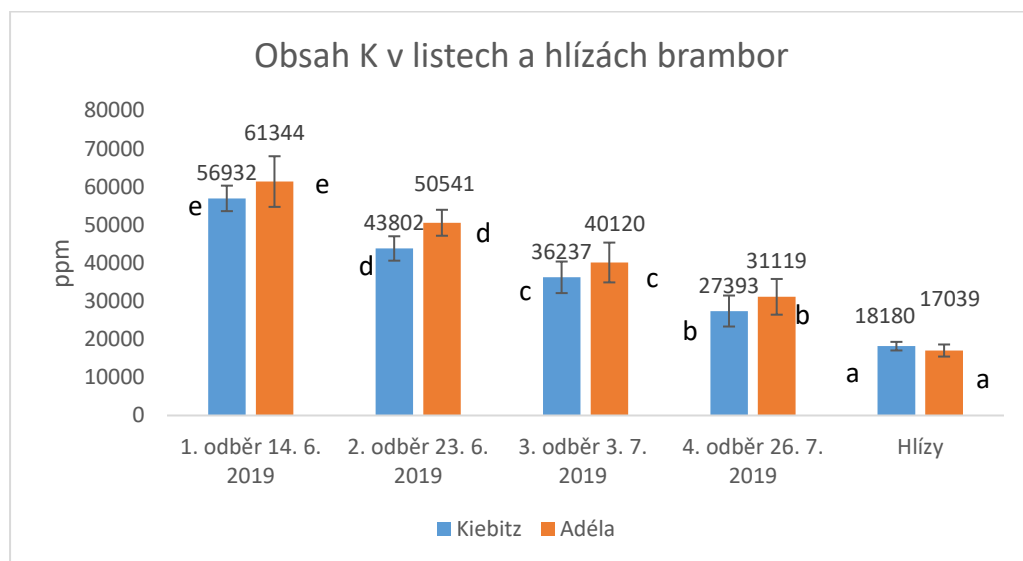
Makroelementy

Graf 5: Obsah P v listech a hlízách brambor



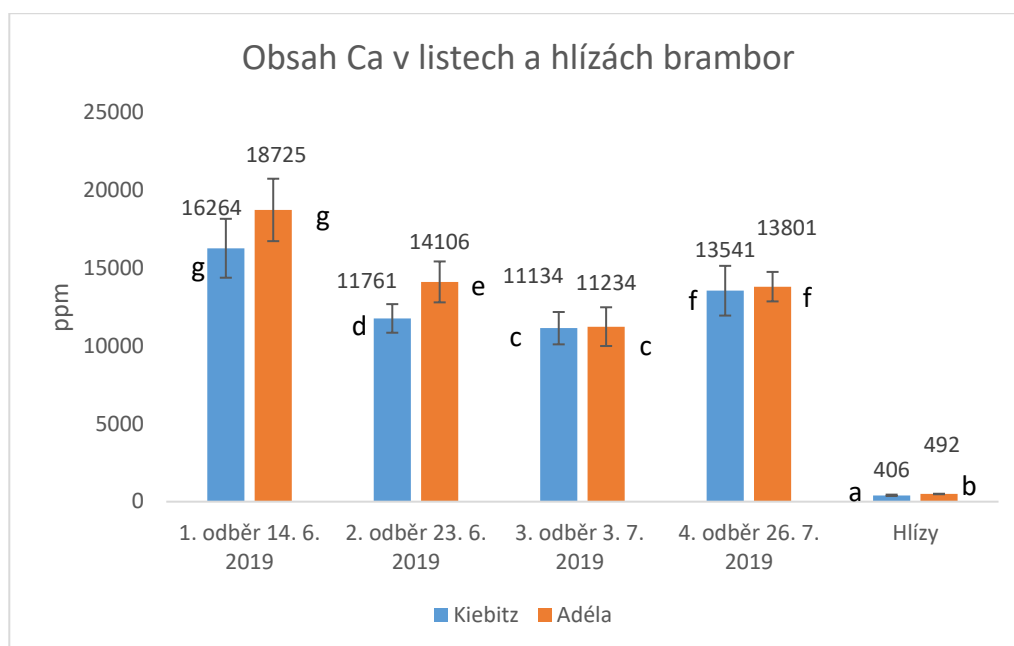
Z tohoto grafu můžeme pozorovat, že obsah P v listu se výrazně neliší mezi 2. a 3. odběrem. Rozmezí hodnot se pohybuje od 5192 do 5581 ppm. Nejvýraznější rozdíl najdeme u 4. odběru, kdy odrůda Adéla klesla o 1701 ppm a odrůda Kiebitz o 2338 ppm. Množství P v hlízách je na srovnatelné úrovni s hodnotou u Kiebitze 2552 ppm a u Adély 2412 ppm.

Graf 6: Obsah K v listech a hlízách brambor



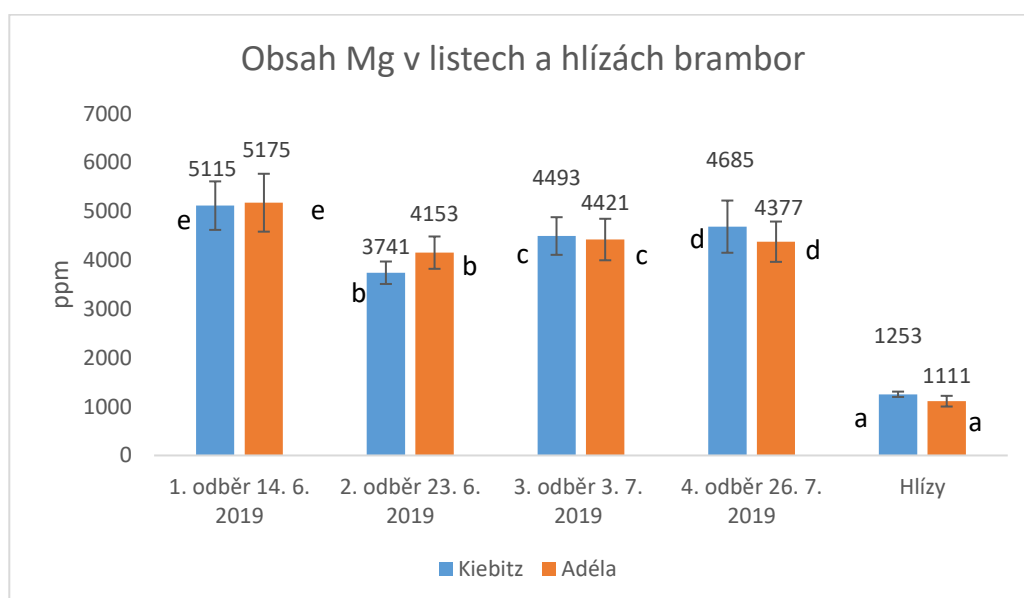
Graf s draslíkem nám ukazuje sestupné hodnoty, přičemž u odrůdy Adéla je obsah K vždy vyšší. Avšak draslík v hlízách je o něco vyšší u Kiebitze.

Graf 7: Obsah Ca v listech a hlízách brambor



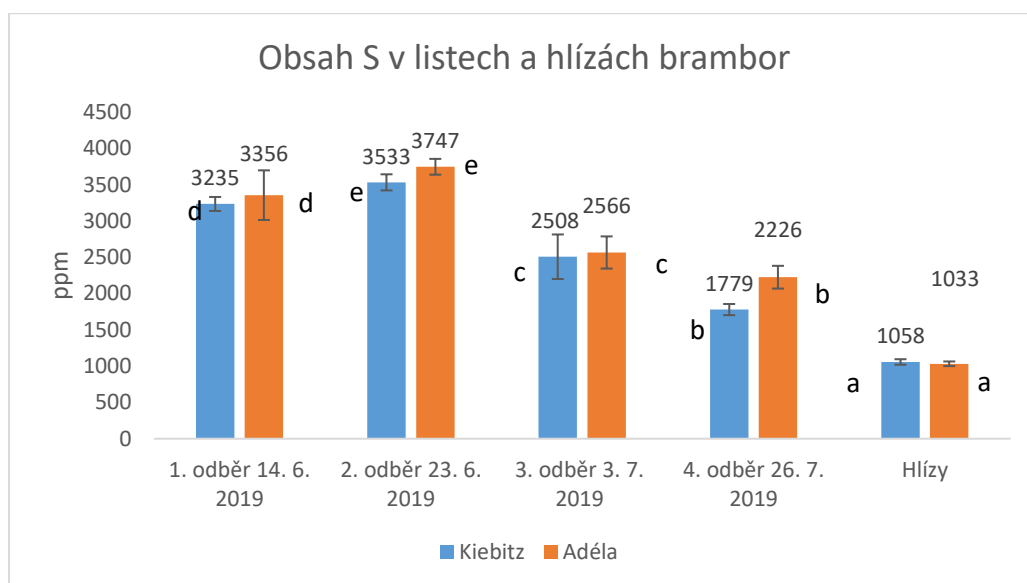
Nejzajímavější hodnotu Ca můžeme vysledovat z grafu u Adély, kdy při druhém odběru klesla hodnota z 18725 ppm na 14106 ppm. Výskyt Ca v hlízách se pohybuje do 492 ppm.

Graf 8: Obsah Mg v listech a hlízách brambor



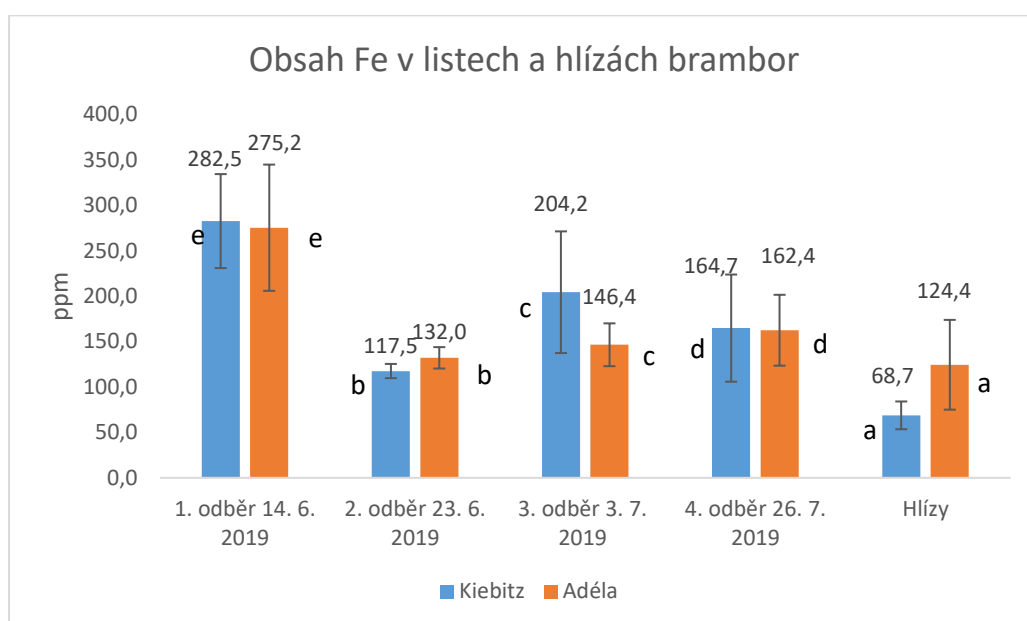
Z grafu se dozvíme, že největší pokles nastal u Kiebitze mezi 1. a 2. odběrem, téměř o 1400ppm. Adéla vykazovala po celou dobu vegetace stabilnější obsah Mg v listech. Množství v hlízách bylo 1253 ppm a 1111 ppm.

Graf 9: Obsah S v listech a hlízách brambor



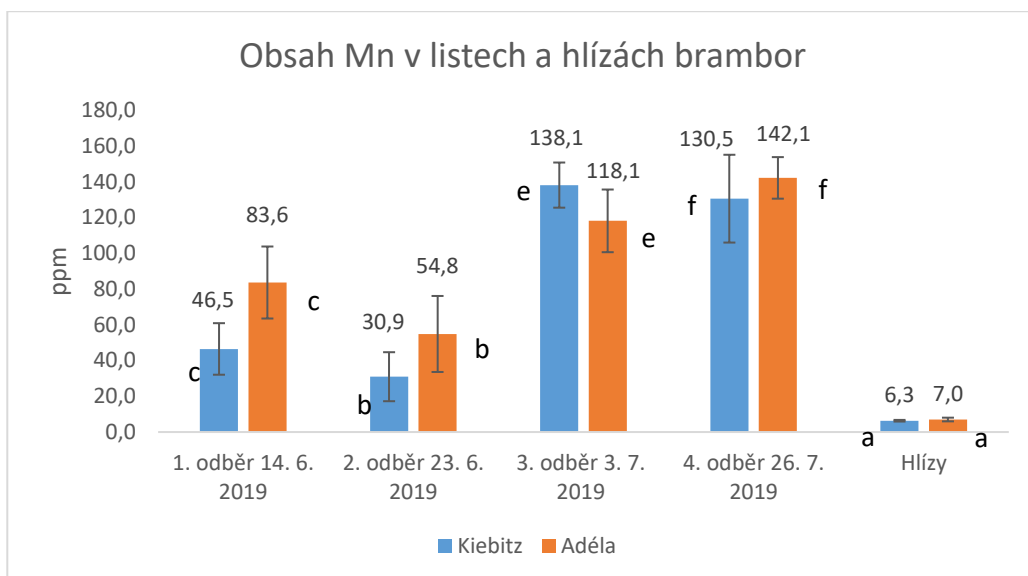
Mikroelementy

Graf 10: Obsah Fe v listech a hlízách brambor



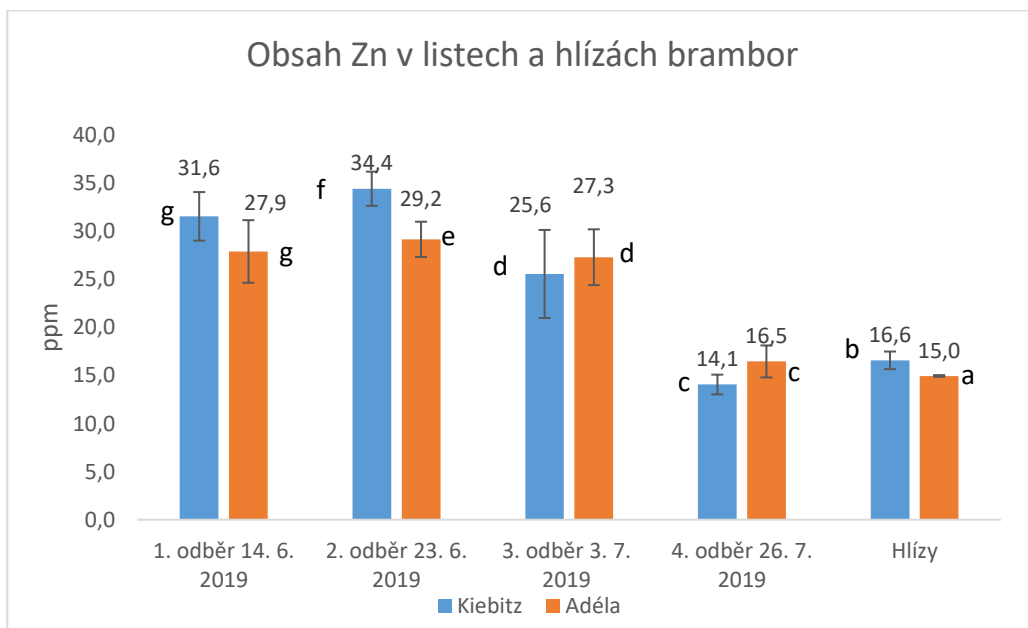
Výsledky tohoto grafu mě velice překvapily, protože došlo k razantnímu snížení hodnoty Fe mezi prvním a druhým odběrem. Poté opět k nárůstu zejména u odrůdy Kiebitz, která měla více Fe v listech než v hlízách. U odrůdy Adéla došlo k tomu, že množství Fe má stabilnější úroveň výskytu jak v listech, tak v hlízách

Graf 11: Obsah Mn v listech a hlízách brambor



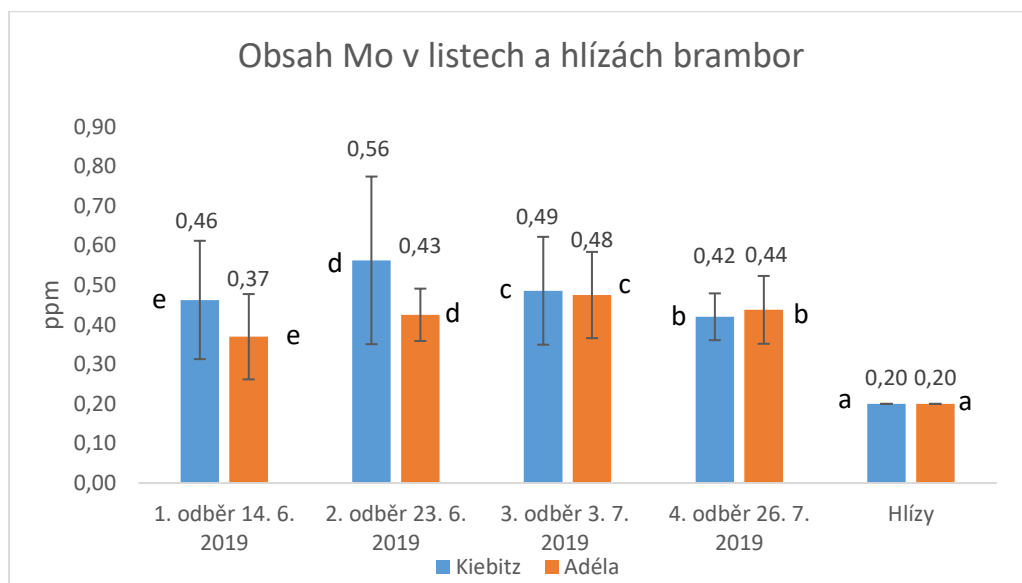
Z grafu lze vyčíst, že výskyt Mn se zvětšuje s délkou vegetace. Nejmarkantnější rozdíl je vidět mezi 2. a 3. odběrem, kdy hodnoty obou odrůd skokově vzrostly.

Graf 12: Obsah Zn v listech a hlízách brambor



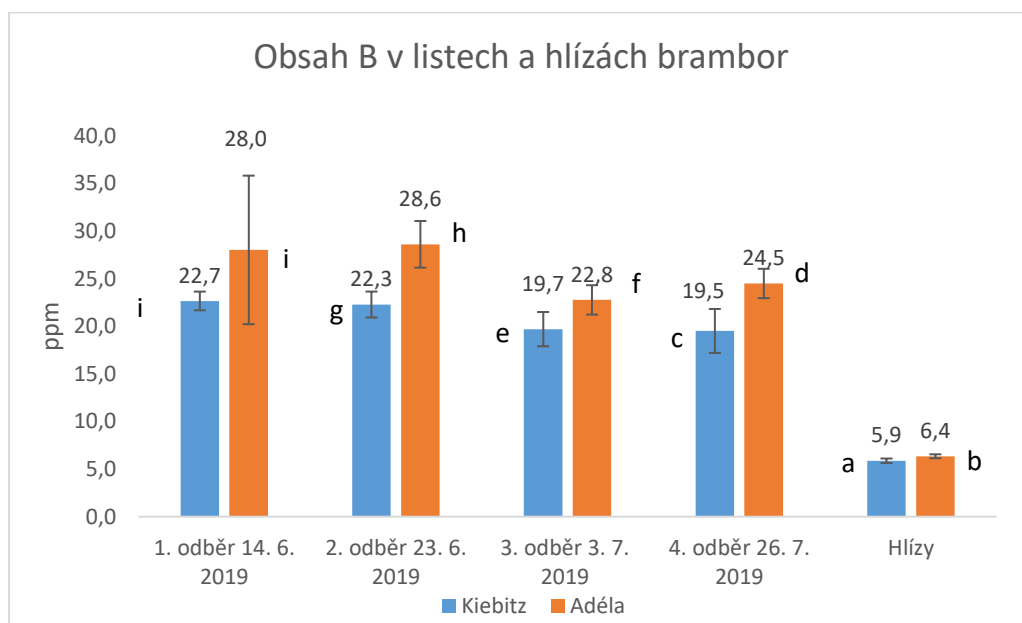
Hodnoty zinku byly nejvyšší při druhém odběru, přičemž Kiebitz měl 34,4 ppm a Adéla 29,2 ppm. Téměř totožné hodnoty nalezneme v hlízách a u obou odrůd se pohybují okolo 15 ppm.

Graf 13: Obsah Mo v listech a hlízách brambor



Obsah Mo je zajímavý u odrůdy Adéla, kde má vzestupnou tendenci a u odrůdy Kiebitz hodnoty více kolísají, aby množství Mo v hlízách skončilo na totožné úrovni.

Graf 2: Obsah B v listech a hlízách brambor



Množství B v listech u Kiebitze se po celou dobu pohybuje okolo 20 ppm. Odrůda Adéla má vždy hodnoty vyšší a nejvyšší při druhém odběru 28,6 ppm. Konečný stav B v hlízách činí podobnou hodnotu, a to 5,9 ppm a 6,4 ppm.

Tab. 32: Celkový odběr živin sklizní brambor (kg/ha)

	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Kiebitz	21,105	2,50	7,71	111,98	6,51	0,423	0,038	0,102	0,036	0,030
Adéla	15,72	4,305	9,72	149,09	9,03	1,088	0,061	0,131	0,056	0,048

6 Diskuze

Cílem pokusu bylo zhodnotit a diagnostikovat výživný stav brambor během vegetace. Porovnávala jsem dvě odrůdy Adéla A a Kiebitz s podobnou délkou vegetace. U těchto odrůd jsem hodnotila výživný stav čili obsah mikro a makro prvků v listech a v hlízách. Na konci vegetace jsem počítala výnosy a třídila dle velikostí do sortimentu. Odběr z 3.7.2019 byl udělán firmou AGRA Střelské Hoštice.

Obě odrůdy řadíme mezi konzumní, přičemž Kiebitz je určen spíše pro potravinářské využití, jako je výroba chipsů a brambůrek. Adéla se v mém pokusu ukázala jako lepší, protože její výnosová hodnota je o celých 9 t vyšší než u Kiebitze. Přesto se domnívám, že i tato odrůda vykázala v celkovém pohledu a hodnocení poměrně dobrý výsledek

Při odběru 3.7.2019 byla hladina fosforu v listu s obsahem 0,29 % v sušině. To ukazuje na mírný deficit. Výsledky obsahu fosforu z mého třetího odběru 6.7.2019 činily u odrůdy Adéla 0,55 % a Kiebitz 0,52 %. Během pár dní to vykazuje nárůst. Mezi odběry nebyla aplikována žádná hnojiva, tudíž to nemělo vliv na obsahy. Obsah P v hlíze byl zjištěn 0,25 % a (Baier et al.1988) naměřil 0,26 %. Podle těchto dosažených výsledků se domnívám, že obsah P v hlíze v obou odrůdách byl na optimální úrovni.

Při odběru 3.7.2019 byla hladina vápníku v listu s obsahem 1,55 %. Nejvyšší obsahy byly v prvním odběru 14.6.2019. Kiebitz 1,62 %, Adéla 1,87 %, před tímto odběrem nebyla aplikována žádná hnojiva přes list. U tohoto prvku nebylo žádným způsobem hnojeno před sázením ani foliární aplikací. Obsah vápníku v hlíze v mé práci vyšel 0,040 % Kiebitz a Adéla 0,049 % Ca.

Hořčík se v listech vyskytoval při mém pokusu dne 3.7.2019 na 0,42 %. Hnojivo hořká sůl bylo aplikováno dvakrát, poprvé 17.6.2019 a podruhé 21.6.2019. Vůbec se to neprojeвило na výsledcích z druhého odběru.

Výsledky z prvního odběru na Mg jsou u Adély 0,51 % a Kiebitze 0,51 %. Druhý odběr vypadal takto: Adéla 0,41 %, Kiebitz 0,37 %. Obsah Mg v hlíze mi vyšel podobně jako u (Knop et al. 1978), který naměřil 0,07 %, Baier et al. 1988 0,13 %. Mé výsledky jsou 0,12 % Kiebitz, 0,11 % Adéla.

Obsah draslíku v mém pokusu měl u obou odrůd sestupnou tendenci. Tato skutečnost mě utvrdila v tom, že do budoucna se chci více zaměřit na výživu draslíkem již od začátku. Odběr ze 3.7. 2019 byl obsah K 3,40 %, což se projevilo jako veliký deficit. Proto jsem se rozhodla aplikovat hnojivo K-gel přes list na doporučení od firmy Agra. Třetí odběr 6.7.2019 vykázal hodnoty u Kiebitze 3,6 % a u Adély 4,0 %. V období mezi odběry se uskutečnila

aplikace K-gelu a 26.7. 2019 proběhl čtvrtý odběr. Hodnoty byly následující-Kiebitz 2,7 % a Adéla 3,1 %. Aplikace draslíku se neprojevila v odběrech. (Baier et al. 1988) naměřil průměr 1,99 % obsahu K v hlízách. Můj pokus s odrůdami dopadl takto: Kiebitz 1,8 %, Adéla 1,7 %. Myslím, že hodnoty z hlíz jsou srovnatelné s (Baier et al. 1988).

Síru bych chtěla zhodnotit z odběru 3.7.2019, kde se pohybovala v hlubokém deficitu 0,21 %. Hnojení sírou jsme začali řešit hned po prvním odběru, který byl 14. 6. 2019 a hodnoty byly vyrovnané u obou odrůd, a to 0,33 %. 21.6.2019 bylo aplikováno hnojivo Síra 165, dva dny před druhým odběrem. Obsahy stouply u každé odrůdy rozdílně. Adéla zareagovala lépe a její obsah je 0,37 %, u Kiebitze to bylo 0,35 %. Síra v hlízách se u mě pohybovala okolo 0,10 %, u obou odrůd vyrovnaně. (Knop et al.1970) ale naměřil 0,28 %, takže při porovnání mám síry v hlíze velice málo.

Zkoumala jsem také mikroprvky. Bór v mém pokusu vyšel z odběru 3.7.2019 26,51 ppm (mg/kg), což se ukázalo jako mírný deficit. Výživě borem jsem nevěnovala takovou pozornost, kterou jsem zamýšlela. Bór byl aplikován jen ve výživném komplexu alfa fenol, gama. Pro další pokus by určitě stálo za to přidat výživu, např. Boron, Borax, již od začátku vegetace. Takže první odběr 14.6. 2019 byly obsahy Kiebitz 22,7 mg/kg a Adéla 28,0 mg/kg, do této doby nebylo aplikováno nic a Adéla měla vyšší obsah. Aplikace již zmíněného hnojiva proběhla 17.6.2019 a obsahy se skoro vůbec nezměnily. U druhého odběru 23.6.2019 jsou hodnoty následující: Kiebitz 22,3 mg/kg a Adéla 28,6 mg/kg. Obsah bóru v hlíze byl naměřen 0,22-0,66 mg/kg dle (Fruchtenicht et al. 1993) a můj výsledek činil 5,9-6,45 mg/kg. V porovnání toto hodnotím jako pozitivní obsah.

Mangan z odběru 3.7.2019 se pohyboval na hodnotě 256,27 mg/kg, což je veliký nadbytek. Manganem nebylo vůbec přihnojováno. Velice překvapivé bylo, že při třetím a čtvrtém odběru razantně klesl mangan až na 140 mg/kg.

Zinek se z odběru 3.7.2019 pohyboval na hodnotě 28,35 mg/kg. Považuji to za hluboký deficit. Zinek byl přihnojován ve výživném komplexu alfa fenol, gama. Nejnižší obsah byl ve čtvrtém odběru 26.7.2019 Kiebitz 14,1 mg/kg a Adéla měla lepší příjem, a to 16,5 mg/kg.

Měď z odběru 3.7.2019 se pohybovala na 10,25 mg/kg. Obsah byl v optimální rovině. Odběry během vegetace byly velice vyrovnané. Měď byla přihnojována ve výživném komplexu alfa fenol, gama.

7 Závěr

Úkolem práce bylo porovnat a ověřit dynamiku příjmů makroprvků a mikroprvků u dvou odrůd brambor Adéla A konzumní odrůda, a Kiebitz chipsová odrůda. Pokus byl založen na jaře 2019. Pokus se uskutečnil u obce Běleč. Porost byl veden s intenzivní chemickou ochranou.

Vždy se odebral první plně vyvinutý list z 10 rostlin, a to v růstových fázích 25, 30, 40, 69 makrofenologické BBCH stupnice. Každá varianta se čtyřikrát opakovala. Na konci vegetace proběhla ruční sklizeň a byl stanoven počet hlíz pod trsem, vypočtená průměrná hmotnost u jedné hlízy a následně ze vzorků hlíz se také určil obsah mikro a makroprvků.

Hektarový výnos po přepočtu u odrůdy Adéla byl 35 t/ha a u odrůdy Kiebitz 24,64 t/ha. U odrůdy Kiebitz činil podíl hlíz < 4 cm: 8,6 %, velikosti 4 – 7 cm : 36,8 %, velikosti > 7 cm : 54,6 %. Odrůda Adéla měla podíl hlíz < 4 cm: 8,5 %, velikosti 4 – 7 cm : 40,7 %, velikosti > 7 cm : 50,8 %.

Z výsledků rozborů vyplývá, že se obsah živin v průběhu vegetace mění v závislosti na půdně-klimatických podmínkách. Přestože se jednalo o dvě zcela odlišné odrůdy, byly stanoveny statisticky odlišné obsahy jednotlivých prvků zcela výjimečně. V BBCH 45 na začátku květu činil obsah fosforu 0,52 %, vápníku 1,11 %, hořčíku 0,44 %, draslíku 3,6 %, síry 0,25 % a mikroelementů: železo 204,2 ppm, mangan 138,1 ppm, zinek 25,6 ppm, bór 19,7 ppm, molybden 0,49 ppm v posledním plně vyvinutém listu bramboru odrůdy Kiebitz. Hodnoty pro odrůdu Adéla A v začátku květu činily u fosforu 0,55 %, vápníku 1,12 %, hořčíku 0,44 %, draslíku 4,0 %, síry 0,25 % a mikroelementů: železa 146,4 ppm, manganu 118,1 ppm, zinku 27,3 ppm, bóru 22,8 ppm, molybdenu 0,48 ppm.

Analýzy posledního plně vyvinutého listu potvrzují vhodnost tohoto postupu pro diagnostiku výživného stavu brambor. Výsledky poukázaly na určité nedostatky jednotlivých prvků, zejména fosforu a síry v začátku vegetace. Pěstitel čekal s hnojením až na první aplikaci na plíseň bramborovou. Je zřejmé, že při hodnocení výživného stavu je důležité kromě vlastního obsahu živin také vzájemný poměr těchto živin. Na toto bych se chtěla zaměřit v následujícím roce.

8 Přehled literatury

- Amberger K. 1997. Fertilizing of potatoes. *Kartoffelbau* **48**: 26 – 29.
- Anonymous I. 2019. Agro cs. a.s. Available from <http://www.agrocs.cz/divize-agrosluzby/produkty-a-sluzby/mineralni-hnojiva/horecnata-hnojiva/horka-sul> (accessed October 2019).
- Anonymous II. 2019. Agro cs. a.s. Available from <http://www.agrocs.cz/divize-agrosluzby/produkty-a-sluzby/mineralni-hnojiva/dusikata-hnojiva/mocovina> (accessed October 2019).
- Anonymous III. 2019. Agra group. Available from <http://www.agra.cz/listova-hnojiva-campofort/k-gel-175.html> (accessed October 2019).
- Anonymous IV. 2019. Agra group. Available from <http://www.agra.cz/listova-hnojiva-pridavkova/sira-165.html> (accessed October 2019).
- Anonymous V. 2019. Agra group. Available from <http://www.agra.cz/phocadownload/Letaky/forte%20letak.pdf> (accessed October 2019).
- Anonymous VI. 2010. Kartoffeln effizient mit Blattdünger versorgen. *Kartoffelbau* **61**: 263.
- Anonymous VII. 2017. Phosphor bei der Kartoffeldüngung richtig platzieren. *Kartoffelbau* **68**: 7.
- Baier J, Baierová V. 1985. *Abeceda výživy rostlin*. Státní zemědělské nakladatelství Praha. Praha.
- Baier J, Smetánková M, Baierová V. 1988. *Výživa a hnojení rostlin*. Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství. Praha.
- Baier J. 1973. *Základní principy výživy rostlin*. Ústav vědeckotechnických informací. Praha.
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. *Meziplodiny*. Kurent s.r.o. České Budějovice.
- Čepl J. 1994. *Příjem a využití živin u vybraných odrůd brambor při různém dusíkatém hnojení [kandidátská disertační práce]*. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod. Havlíčkův Brod.
- Čepl J, Kasal P. 2006. *Výsledky pokusů s mimokořenovou aplikací hnojiv u brambor. Racionální použití hnojiv*. Praha.
- Dipta B, Bhardwaj S, Kaushal M, Kirti S, Sharma R. 2019. Obliteration of phosphorus deficiency in plants by microbial interceded approach. *Symbiosis* **78**: 263 – 176.
- Diviš J. 2009. *Aplikace foliárních hnojiv u odrůd Adéla a Ditta*. *Bramborářství* **1**: 9.
- Duchoň F, Hampl J. 1962. *Agrochemie*. Československá Akademie Zemědělských Věd. Praha.
- Grocholl J. 2007. Düngung: N und K entscheiden über den Erfolg. *Kartoffelbau* **58**: 12 – 15.

- Gunadi N. 2016. Response of potato to potassium fertilizer sources and application methods in andisols of west Java. *Indonesian Journal of Agricultural Science* **10**: 65 – 72.
- Haberland R. 2012. Neue Ergebnisse zur N-Düngung in Kartoffeln. *Kartoffelnbau* **63**: 24 – 29.
- Hafsi Ch, Debez A, Abdely Ch. 2014. Potassium deficiency in plants: effects and signaling cascades. *Acta Physiologiae Plantarum* **36**: 1055 – 1070.
- Hamouz K. 2007. Rané brambory. Kurent s.r.o. Praha.
- Hamouz K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství. Praha.
- Herausgegeben von der. 1993. Faust - zahlen für Landwirtschaft und Gartenbau.
- Hlušek J. 1996. Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha.
- Honsová H. 2007. Mimokořenová výživa brambor. *Zemědělský týdeník* **8**: 9.
- Hruška L, Votoupal B, Krausko J. 1979. Rostlinná výroba 3. Vysoká škola zemědělská v Praze. Praha.
- Hruška L. 1962. Abeceda pěstování brambor. Státní zemědělské nakladatelství Praha. Praha.
- Ivanič J, Havelka B, Knop K. 1984. Výživa a hnojení rostlin. Priroda. Bratislava.
- Jahan M.A.H.S, Hossain A, Sarkar M.A.R, Teixeira da Silva J.A, Ferdousi M.N.S. 2016. Productivity impacts and nutrient balances of an intensive potato-mungbean-rice crop rotation in multiple environments of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **231**: 79 – 97.
- Jaspreet S, Lovedeep K. 2016. *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Academic Press. Oxford.
- Kasal P, Čepel J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o. Havlíčkův Brod.
- Klikocka H, Haneklaus S, Bloem E, Schnug E. 2006. Influence of Sulfur Fertilization on Infection of Potato Tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*. *Journal of Plant Nutrition* **28**: 819 – 833.
- Knop K, Vostal J, Vaněk V, Matousch O. 1978. Vliv vybraného sortimentu dusíkatých a draselných hnojiv na vynos a kvalitu brambor. Vysoká škola zemědělská v Praze. Praha.
- Koch M, Busse M, Naumann M, Jákli B, Smit I, Cakmak I, Hermans Ch, Pawelzik E. 2018. Differential effects of varied potassium and magnesium nutrition on production and partitioning of photoassimilates in potato plants. *Physiologia Plantarum* **166**: 921 – 935.
- Konard M, Kirkby AE. 2001. *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Koubová D. 2005. Příjem manganu bramborami. *Kartoffelnbau* **4**: 146.

- Liu C, Rubæk G. H, Liu F, Andersen M.N. 2015. Effect of partial root zone drying and deficit irrigation on nitrogen and phosphorus uptake in potato. *Agricultural Water Management* **159**: 66 – 67.
- Marschner A. 2003. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, Oxford.
- Míča B, kolektiv autorů. 1988. Dusík ve výživě brambor. VŠÚB Havlíčkův brod Škrobárny. Havlíčkův brod.
- Míča B, Vokál B, Čepl J. 1997. Hořčík ve výživě brambor. *Úroda* **3**: 45.
- Mitu A.S, Rashed R.U, Hossain. 2019. Effect of Zinc and Boron on Yield and Quality of Sugar Be. *Listy cukrovarnické a řepařské* **135**: 234 – 238.
- Murayama D, Sakashita Y, Yamazawa T, Nakata K, Shinbayashi Y, Palta J, Tani M, Yamauchi H, Koaze H. 2016. Effect of Calcium Fertilization on Processing Properties and Storability of Frozen French Fries. *Food Science and Technology Research* **22**: 451 – 459.
- Neuberg J, kolektiv autorů. 1989. *Komplexní metodika výživy rostlin*. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha.
- Norika. 2019. Norika. Nordring kartoffelzucht-und vermehrungs. Available from <http://contao.p211230.webspaceconfig.de/index.php/suche.html?keywords=kiebitz> (accessed October 2019).
- Rafique E, Mahmood-ul-Hassan M, Sarwar S, Yoursa a I. Ali. M. 2016. Plant analysis diagnostic indices for boron nutrition of mungbean (*Vigna radiata* L.) cultivars grown in a rainfed calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* **39**: 27-34.
- Richter R, Hlušek J. 1994. *Výživa a hnojení rostlin*. MZLU. Brno.
- Richter R. 2004. *Multimedální učební texty z výživy rostlin*. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně. Available from http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/a_index_prijem_zivin.htm (accessed October 2019).
- Roubal P. 2019. Selektá Pacov. Šlechtitelská stanice Selektá Pacov, a.s. Available from <http://www.sadba.cz/adela.htm> (accessed October 2019).
- Rybáček V, Čača Z, Fric V, Fricová E, Šroller J, Votoupal B, Daniel J, Findejz R, Míča B, Radil B, Rasochová M, Rasochova V, Tuček V, Vokál B, Zrůst J. 1988. *Brambory*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Scharrer K, Linser H. 1965. *Håndbuch der Pflanzernahrung und Düngung*. Dritter Band. Düngung der Kulturpflanzen. Erste Hälfte. Springer-Verlag. Wien.
- Simon E. 1978. The symptoms of calcium deficiency in plants. *New Phytologist* **80**: 1 – 15.
- Situační a výhledová zpráva brambory. 2019. Ministerstvo zemědělství. Available from www.mze.cz (accessed October 2019).
- Svobodová A, Kasal P. 2018. Současné trendy v hnojení brambor. *Úroda* **3**: 80 – 82.

- Škopík P, Bezděk V. 1961. Mimokořenová výživa rostlin. Československá akademie zemědělských věd. Praha.
- Šmálik M. 1987. Zemiaky. Priroda. Bratislava.
- Špaar D. 1999. Kartofel'. Učebno-praktičeskoje rukovodstvo po vyraščivaniju kartofelja. Minsk.
- Vaněk V, Balík J, Černý J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, Valtera J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia. Praha.
- Hausvater E, Rasocha V. 2004. Technologie pěstování brambor. Ústav zemědělských a potravin.
- Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, s.r.o. Praha.
- Venkatesh M.S, Hazra K. K, Ghos P. K. 2014. Determination of Critical Tissue Phosphorus Concentration in Mungbean and Urdbean for Plant Diagnostics. *Journal of Plant Nutrition* **37**: 12.
- Vokál B, Miča B. 1995. Bramborový škrob, jeho význam a podmínky tvorby v hlízách. *Bramborářství* **4**.
- Vokál B, Bárta J, Bártová V, Čepl J, Čížek J, Doležal P, Domkářová J, Dohanyos M, Faltus M, Greplová M, Hamouz K, Hausvater E, Homolka P, Horáčková V, Hůla J, Kasal P, Kopačka V, Koukalová V, Mayer V, Melzoch K, Opatrný Z, Patáková P, Paulová L, Polzerová H, Rajchl A, Rychtera M, Šantrůček L, Šárka E, Ševčík R, Tajovský M, Vejchar D, Zámečník J. 2013. Brambory šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press. Praha.
- Vokál B, Cvrček M, Čepl J, Čížek M, Domková J, Fér J, Hausvater E, Králíček J, Prugar J, Rasocha V, Zrůst J. 2000. Brambory. Agrospoj. Praha.
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Domkářová. 2004. Pěstování brambor. Agrospoj. Praha.
- Volf F. 1988. Zemědělská botanika. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Wissemeier A. H, Olf H.W. 2019. Diagnose des Ernährungszustands von Kulturpflanzen. ERLING Verlag GmbH & Co. KG. Clenze. Germany.
- Xiao H, Rodrigues R. R, Bonierable M, Veilleux R, Williams M. 2018. Listová aplikace Fe rezonuje na podzemní rhizosférový mikrobiom v andských krajinných bramborách. *Applied soil ecology* **131**: 89 – 98.

9 Seznam příloh

Tab. 1: Dle (Raeubera & Engela 1966) Růst rostlin bramboru lze rozdělit do jednotlivých fází	12 -
Tab. 2: Průměrné hodnoty obsahu významných látek v bramborové hlíze (Rybáček et al. 1988)	14 -
Tab. 3: Složení hlízy brambor (v % sušiny) (Vaněk et al. 2012)	15 -
Tab. 4: Složení popela vyjádřené (v % sušiny) (Vaněk et al. 2012)	15 -
Tab. 5: Příjem živin během vegetace u brambor (Ivanič et al. 1984).	17 -
Tab. 6: Dávky čistých živin N, P, K hnojiv (v kg/ha) při dávce hnoje 20 t/ha (Šmálik 1983).....	29 -
Tab. 7: Průměrný obsah organických látek a živin v hnoji (% v čerstvé hmotě) (Vaněk et al. 2007) -	29 -
Tab. 8: Obsah organických látek a živin močůvce (v %) (Vaněk et al. 2007)	30 -
Tab. 9: Obsah živin v kejdě (v % čerstvé hmoty) (Vaněk et al. 2007).....	30 -
Tab. 10: Obsah živin u brambor (% v sušině) (Baier & Baierová 1985).	32 -
Tab. 11: Průměrný odběr živin při sklizni v přepočtu na jednotku hlavního produktu (kg/t) (Baier & Baierová 1985).....	32 -
Tab. 12: Obsah živin nadzemní biomasy při vytvoření 4. listu (v % sušiny) (Baier et al. 1988).....	32 -
Tab. 13: Obsah živin nadzemní biomasy na začátku kvetení (v % sušiny) (Baier et al. 1988)	33 -
Tab. 14: Obsah živin natě při sklizni (v % sušiny) (Baier et al. 1988)	33 -
Tab. 15: Obsah živin hlíz při sklizni (v % sušiny) (Baier et al. 1988)	33 -
Tab. 16: Obsah živin hlíz (v % sušiny) Knop et al. (1978).....	33 -
Tab. 17: Obsah živin natě v době kvetení (podíl čerstvé hmoty v %) (Neuberg et al. 1989).	33 -
Tab. 18: Obsah živin hlíz a natě brambor (v % sušiny) (Ivanič et al. 1984)	34 -
Tab. 19: Obsah živin natě hlíz ve sklizni (v % sušiny) (Neuberg et al. 1989)	34 -
Tab. 20: Obsah živin natě v období sklizně (v % sušiny) (Neuberg et al. 1989)	34 -
Tab. 21: Obsah makroelementů (v % sušiny) (Fruchtenicht et al.1993).....	34 -
Tab. 22: Obsah mikroelementů v sušině (mg/kg) (Fruchtenicht et al. 1993).....	34 -
Tab. 23: Obsah makroelementů (v % sušiny) a mikroelementů v sušině (mg/kg) (Wissemeier & Olf 2019).....	34 -
Tab. 24: AZZP k roku 2018 (mg/kg) (Mehlich 3)	36 -
Tab. 25: Přepočet čistých živin ze základního hnojení	40 -
Tab. 26: Tabulka hnojení během vegetace.....	42 -
Tab. 27: Celkový součet živin aplikací přes list	42 -
Tab. 28: Tabulka přípravků použitých během vegetace	43 -
Tab. 29: Živiny v dávce 4 l/ha (g/ha).....	46 -
Tab. 30: Odběry vzorků během vegetace:	47 -
Tab. 31: Průměrné hmotnosti hlíz (v g) jednotlivých velikostních skupin v době sklizně 13.9	49 -
Tab. 32: Celkový odběr živin sklizni brambor (kg/ha)	50 -

Obr. 1: Potřeba živin ve vztahu k fenologické fázi (Maier 2009)	- 19 -
Obr. 2: Schéma způsobu lokálního hnojení granulovaným minerálním hnojivem u brambor (Mayer et al. 2009)	- 26 -
Obr. 3: Pozemek pokusu	- 35 -
Obr. 4: Přepočítání čistých živin ze základního hnojení	- 41 -
Obr. 5: Sklizeň pokusu	- 48 -
Obr. 6: Rozbor AGRO Střelské Hoštice.....	- 51 -
Graf 1: Odběr živin bramborami během vegetace – celá rostlina (Vaněk et.al 2016).....	- 17 -
Graf 2: Srovnání měsíčních úhrnů srážek ve stanici Mladá Vožice (Anonymous VIII. 2019)	- 37 -
Graf 3: Srovnání slunečního svitu v hodinách ve stanici Mladá Vožice (Anonymous VIII. 2019) ...	- 37 -
Graf 4: Průměrné hmotnosti hlíz v gramech jednotlivých velikostních skupin.....	- 49 -
Graf 5: Obsah P v listech a hlízách brambor	- 52 -
Graf 6: Obsah K v listech a hlízách brambor	- 52 -
Graf 7: Obsah Ca v listech a hlízách brambor.....	- 53 -
Graf 8: Obsah Mg v listech a hlízách brambor.....	- 53 -
Graf 9: Obsah S v listech a hlízách brambor.....	- 54 -
Graf 10: Obsah Fe v listech a hlízách brambor	- 54 -
Graf 11: Obsah Mn v listech a hlízách brambor.....	- 55 -
Graf 12: Obsah Zn v listech a hlízách brambor.....	- 55 -
Graf 13: Obsah Mo v listech a hlízách brambor.....	- 56 -
Graf 14: Obsah B v listech a hlízách brambor.....	- 56 -