

Vliv ekologických faktorů na chemické složení brambor

Bc. Petra Vyklická

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra VYKLICKÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv ekologických faktorů na chemické složení
brambor**

Zásady pro vypracování:

- 1. V literární rešerži zpracujte současné poznatky o chemickém složení bramborových hlíz.**
- 2. Založte vegetační pokus s rostlinami brambor. Do pokusu zařadte varianty se stupňovanými dávkami živin.**
- 3. U vypěstovaných brambor proveďte chemické analýzy na základní jakostní ukazatele.**
- 4. Získané výsledky statisticky vyhodnoťte a srovnajte se závěry podobných experimentů, které byly prováděny ve světě v posledních 20 letech. Na základě zjištěných údajů navrhněte nejvhodnější způsoby pěstování a potravinářského zpracování brambor.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Otakar Rop, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

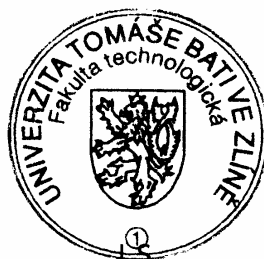
Datum zadání diplomové práce:

8. ledna 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2007

Ve Zlíně dne 2. května 2007



Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan

Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem mé diplomové práce bylo sledovat vliv stupňovaných dávek dusíku a manganu na výnos a chemické složení hlíz velmi raných brambor. Problematika byla řešena formou nádobového pokusu. Hlízy byly sklizeny po 90 dnech vegetace, kdy jsou v konzumní zralosti. Po jejich zvážení a spočítání byly analyzovány na obsah sušiny, škrobu, dusíku, hrubé bílkoviny, fosforu, manganu a jednotlivých aminokyselin. Vysoké množství dusíku použitého ke hnojení brambor mělo pozitivní vliv na syntézu bílkovin a zvyšovalo obsah fosforu v hlízách, ale negativně se projevilo na výnosu hlíz a obsahu škrobu v hlízách. Stupňované dávky manganu se projevily výrazně na snížení výnosu hlíz (statistická významnost však nebyla zjištěna) při současném zvyšování obsahu tohoto prvku v čerstvé hmotě bramborových hlíz. Pozitivní vliv měly také na syntézu škrobu, bílkovin a aminokyselin.

Klíčová slova: brambory, dusík, mangan, hnojení, výnos, sušina, škrob, hrubá bílkovina, fosfor, aminokyseliny

ABSTRACT

The aim of my diploma thesis was to follow the influence of graded concentrations of nitrogen and manganese on harvest and chemical composition of tubers of very early maturing potatoes. The issue was solved by the form of pot experiment. The tubers were harvested after 90 days of vegetation, when they were in the stage of consumer maturity. After their weighing and counting they were analyzed on the content of the dry matter, starch, nitrogen, rough protein, phosphorus, manganese and single amino-acids. The high content of nitrogen used for fertilization of potatoes had positive effect on synthesis of proteins and increased the content of phosphorus in tubers, but it had negative effect on the harvest of tubers and on the content of starch in tubers. The graded concentrations of manganese became evident by decrease of the harvest of tubers (statistical significance wasn't however ascertained) at simultaneous increase of content of this element in the fresh matter of potato tubers. It had positive effect on synthesis of starch, proteins and aminoacids.

Keywords: potatoes, nitrogen, manganese, fertilization, harvest, dry matter, starch, crude protein, phosphorus, aminoacids

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování této diplomové práce, za podstatné rady, připomínky, aktivní přístup a zájem při vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům Ústavu potravinářského inženýrství a chemie za pomoc v laboratořích a vytvoření velmi dobrých pracovních podmínek. Rovněž děkuji rodičům, přátelům a kolegům za všestrannou pomoc při studiu.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uvedena jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně, 11. 05. 2007

.....

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR	11
1.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA BRAMBOR.....	11
1.2 EKOLOGICKÉ POŽADAVKY	14
1.3 TVORBA VÝNOSU	15
1.3.1 Výnosotvorné prvky	16
1.4 ZÁKLADNÍ AGROTECHNIKA	17
1.4.1 Výběr stanoviště	17
1.4.2 Zařazení brambor v osevním postupu	18
1.4.3 Základní zpracování půdy	18
1.5 ÚPRAVA BRAMBOROVÉ SADBY.....	20
1.5.1 Mechanická příprava sadby	21
1.5.2 Biologická příprava sadby	21
1.5.3 Chemická příprava sadby	23
1.5.4 Zkouška klíčivosti	23
1.6 VÝSADBA BRAMBOR	23
1.6.1 Ošetřování brambor během vegetace	24
1.7 VÝŽIVA A HNOJENÍ BRAMBOR	24
1.7.1 Hnojení brambor dusíkem a jeho vliv na chemické složení brambor	27
1.7.2 Hnojení brambor mikroelementy (manganem) a jeho vliv na bramborovou rostlinu	30
1.8 SKLIZEŇ BRAMBOR	32
1.9 SKLADOVÁNÍ BRAMBOR.....	33
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOR	35
3 DUSÍK V ROSTLINÁCH	37
4 MANGAN V ROSTLINÁCH	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	43
5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	44
6 METODIKA PRÁCE	45
7 VÝSLEDKY	48

7.1	VÝNOSOVÉ PARAMETRY	48
7.2	OBSAH SUŠINY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	49
7.3	OBSAH ŠKROBU V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....	49
7.4	OBSAH HRUBÉ BÍLKOVINY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....	50
7.5	OBSAH FOSFORU V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....	51
7.6	OBSAH MANGANU V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	51
7.7	OBSAH AMINOKYSELIN V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....	52
8	DISKUSE	55
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Brambory jsou dnes pro své mnohostranné použití celosvětově významnou hospodářskou plodinou. Jejich význam je dán vysokými produkčními schopnostmi tvorby organické hmoty obsahující důležité látky pro výživu člověka, ale i zvířat a zpracovatelský průmysl. Jsou považovány za velmi důležitou základní antiskorbutickou (skorbut = kurděje, nemoc vyvolaná nedostatkem vitamínu C), průmyslovou surovinu pro výrobu lihu a škrobu a významnou zemědělskou plodinu s vysokým výnosovým potenciálem a příznivým působením v osevním postupu.

V současné době jsou brambory označené jako konzumní nepostradatelnou součástí našeho jídelníčku. Většina lidí je konzumuje pravidelně, někteří denně, jiní minimálně ve formě vařených brambor, bramborového salátu, bramborové kaše a dalších, především potravinářských výrobků z brambor. Vývoj úpravy brambor pro lidský konzum vedl až k výrobě mnoha polotovarů, které lze bez složitých úprav využít v moderních domácnostech.

S růstem životní úrovně obyvatelstva a zlepšování životních podmínek (pestřejší jídelníček) se postupně snižuje jejich spotřeba a zvyšují se nároky spotřebitelů na kvalitu. V roce 1850 dosáhla spotřeba rekordní výše (170 kg na osobu), dnes došlo k poklesu až na 77 kg na osobu a rok, z toho 10 % se zpracovává na potravinářské výrobky. Podle požadavků spotřebitelů bylo vyšlechtěno mnoho odrůd stolních brambor vhodných pro vaření ve slupce, na výrobu salátů, kaší nebo do těsta a i pro jiné výrobky. Postupně se snižuje také rozsah tzv. zimního předzásobení, čímž se snižují vysoké ztráty při skladování v nevyhovujících prostorách. Trh je i v zimních měsících zásoben konzumními bramborami z dovozu.

Brambory patří mezi potraviny, které obsahují nejen sytící složku, ale zároveň pro dobrou stravitelnost a vzhledem k hodnotným živinám zaujímají důležité místo ve zdravé výživě. Uvádí se, že je lze používat ve všech formách diet, dokonce i v dietách pro alergiky. Důvodem je dobrá stravitelnost, nízký potenciál alergenů, obsah hodnotných bílkovin a vysoký obsah některých minerálních látek, zejména různých solí draslíku a hořčíku, které činí z brambor zásaditou potravinu a přispívají k vysoké nutriční hodnotě brambor. Dále také patří brambory k nejdůležitějším zdrojům vitamínů C, B6, B1 a vlákniny.

Významné je zpracování tzv. průmyslových brambor, tj. odrůd s vysokou škrobnatostí, na škrob a jeho deriváty s produkcí kolem 50 tis. tun škrobu ročně. V minulosti představovaly brambory důležité krmivo pro hospodářská zvířata (zejména prasata a drůbež) a v řadě zemí jsou takto i nadále využívány. V našich podmínkách jsou pro tyto účely využívány také odpady z třídění sadbových a zpracování konzumních brambor, popřípadě jejich neprodejných přebytků. V minulém období byly brambory významnou surovinou pro výrobu lihu. Ekonomické důvody vedly k jejich náhradě obilím, melasou, případně kukuřicí. V současné době se pro výrobu lihu používají brambory velmi omezeně a vesměs se jedná o výše uvedené odpady.

Podle údajů FAO je 52 % celosvětové produkce brambor využíváno pro konzumní účely, 34,5 % pro krmení hospodářských zvířat, 11 % pro novou výsadbu, 2,8 % na výrobu škrobu a 0,7 % pro výrobu lihu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR

Brambor hlíznatý je botanicky zařazený do rodu lilek (*Solanum Tourn*) a čeledě lilkovitých (*Solanaceae Pers.*) [1]. Původní oblasti výskytu brambor bychom našli v Chile a v horských oblastech Peru [2]. Dnešní kulturní brambory (*Solanum tuberosum L.*) se dostaly do Evropy koncem 16. století. Hospodářskou důležitost získaly brambory prvně v Irsku, kde se v 17. století staly základní potravinou. Na území Čech se dostaly brambory v letech 1628 – 1630 a do konce 17. století zůstaly jen zahradní rostlinou. V roce 1772, kdy byla v Evropě velká neúroda obilí a na základě výzvy a odměny vyhlášené Pařížskou vědeckou akademií, prokázal Francouz Parmentier užitečnost brambor. Již roku 1781 se u nás uznávaly jako potravina odstraňující hlad a jako vhodné krmivo pro hospodářská zvířata. Největší rozmach v pěstování brambor byl zaznamenán v první polovině 19. století [3].

Již v polovině 19. stol. brambory patřily mezi základní potraviny [1]. Největší rozsah pěstování brambor byl u nás před 2. světovou válkou. V poválečném období docházelo postupně ke snižování ploch brambor i jejich produkce [4].

Brambory jsou významnou hospodářskou plodinou, z hlediska lidské výživy zaujímají svým významem čtvrté místo za pšenicí, rýží a kukuřicí [3]. Průměrná spotřeba brambor je v zemích EU kolem 80 kg na osobu a rok. V naší republice se uvádí roční spotřeba v rozmezí 75 – 85 kg, zatímco například v USA je to jenom 55 kg [5]. V Evropě jsou v současné době ze zemí EU největšími producenty brambor Německo, Nizozemsko, Velká Británie a Francie [1].

1.1 Botanická charakteristika brambor

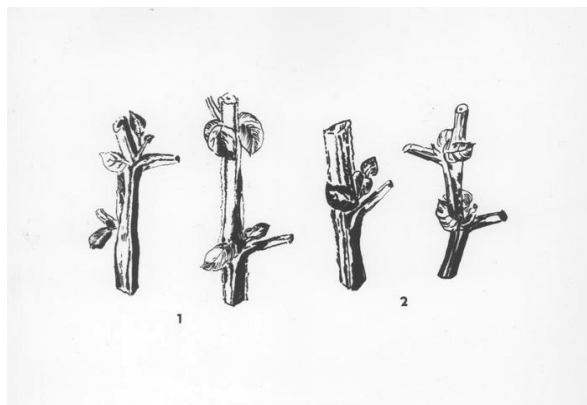
Brambory jsou jednoleté, dvouděložné rostliny [6]. Rozmnožují se vegetativně (hlízami) nebo generativně (semeny) [7]. V zemědělské výrobě se u nás a téměř ve všech zemích rozmnožuje pouze vegetativně [1]. Generativní rozmnožování se užívá ve šlechtění [8]. Během růstu klíčky vyrůstají ve stonky, na jejichž podzemní části rostou adventivní kořeny a postranní stonky, tzv. stolony, které na konci tloustnou a tvoří se hlízy. Morfologicky je hlíza ztlustlý stolon, z něhož odpadly zakrnělé šupinkovité lístky. Na hlíze po nich zůstaly „jizvy“, v jejichž úžlabí se vytvářejí očka [7]. Vlivem světla může hlíza zezelenat a přitom hromadit solanin (kapitola 2).

Hlíza je zásobním orgánem rostliny [6]. Je důležitým prvkem vegetativního rozmnožování a hospodářsky nejcennější částí bramborové rostliny. Část hlízy u stolonu se nazývá pupková, protilehlá část se nazývá vrcholová [1]. Bramborový trs se skládá z nadzemní a podzemní části [4].

Soustava nadzemních orgánů

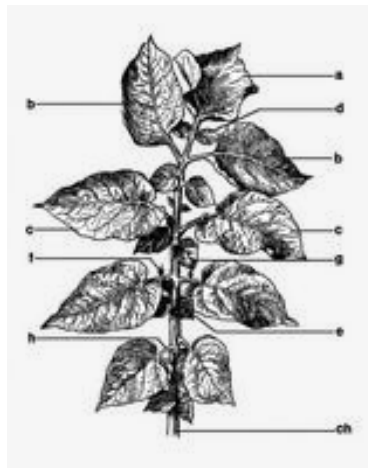
Charakter nadzemní části trsu je ovlivněn tvarem a typem natě. Všeobecně se rozlišuje stonkový typ a listový typ. Podle tvaru trsu se rozeznává tvar kuželovitý, zarovnaný a deštníkovitý. Stonek je různě tlustý a dlouhý. Na průřezu je stonek nepravidelně obdélníkovitý, trojúhelníkovitý, někdy okrouhlý [1].

Charakteristickým znakem je křídlení (obr. 1) na hranách stonku. Listy bramboru jsou lichospeřené. List se skládá z řapíku a čepele. Čepel je tvořena z lístků v párech (jařma) a konečného vrcholového lístku. Mezi jednotlivými jařmy vyrůstají na větenu mezilístky.



Obr. 1: Křídlení stonku: 1) jednoduché, 2) dvojitě.

Charakteristická je členitost listu určovaná počtem a velikostí lístků a mezilístků, které se buď překrývají – vzniká list uzavřený – nebo se nedotýkají – vzniká list otevřený. Listy jsou slabě, středně až velmi chlupaté. Barvu listu ovlivňuje prostředí a odrůda [8]. List bramboru je znázorněn na obr. 2.



Obr. 2: List bramboru [8]

a - konečný lístek, b - první pár postranních lístků, c - druhý pár postranních lístků, d - vrcholové mezilístky, e - mezilístky, f – úžlabní mezilístky a lístečky, g - mezilístky, h - řapíček, ch – řapík.

Květenství (obr. 3) je dvojitý umístěný na vrcholu stonku. Květy jsou zpravidla pětičetné, ale ve stejném květenství se mohou vyskytovat květy šestičetné i sedmičetné. V tvorbě květů se u bramboru vyskytuje řada anomálií. U některých odrůd dochází k hromadnému opadu poupát, u jiných k opadu květů. Proto některé odrůdy bramboru jen zřídka nasazují plody a ještě méně pak je udrží až do úplné zralosti semen. Plodem je bobule, která obsahuje 50 – 100 semen. Semena jsou drobná, vejčitého tvaru, zploštělá, světle žlutě zbarvená [1]. Mají význam hlavně při šlechtění nových odrůd brambor [4].

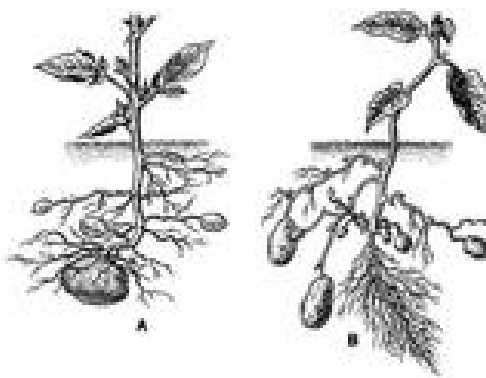


Obr. 3: Květenství brambor [8]

Soustava podzemních orgánů

Kořenová soustava u semenáčů se skládá ze dvou částí. Ze zárodečného kořínku se vytváří křivý kořen prvotní kořenové soustavy s bohatě rozvětvenými postranními kořeny. Teprve později se z podzemní části stonku a ze stolonů vytvářejí adventivní (druhotné) kořeny.

Kořenovou soustavu rostlin množených hlízy tvoří větší počet stonkových a stolonových kořenů, které se bohatě větví. Stolony jsou podzemní vodorovně nebo šikmo rostoucí výhony, jejichž vrcholy se přeměňují v hlízy. Tyto výhony jsou 2 – 5 mm silné. Délka stolonů ovlivňuje rozložení hlíz pod trsem [1]. Podzemní orgány a rostliny vyrostlé z hlízy a semenáče jsou znázorněny na obr. 4.



Obr. 4: Podzemní orgány a rostliny vyrostlé z hlízy (A) a semenáče (B) [8]

1.2 Ekologické požadavky

Základní ekologické požadavky brambor se v podstatě shodují s optimálními podmínkami pro klíčení a vzcházení, pro růst natě a její produkční výkon a tvorbu a růst nových hlíz.

Z hlediska **klimaticko – ekologických** nároků náleží odrůdy evropských brambor mezi rostliny mírného pásu. Nejlépe jim vyhovuje přímořské klima nebo vyšší polohy v přechodném a vnitrozemském klimatu. Optimální klimato – ekologické podmínky jsou potřebné především pro výrobu sadby. Největší odklon vzniká při pěstování nejranějších brambor [1].

Světelné podmínky dlouhého dne (16 hodin) podporují růst natě, časnější tvorbu poupat a časnější nástup kvetení. Nasazování hlíz je opožděno, avšak vlivem lepších výsledků fotosyntézy se vytváří větší a vyrovnanější hlízy. Krátký den (8 hodin) naopak zpomaluje růst a nasazování poupat, ale dochází k časnějšímu nasazování hlíz [9].

Teplota je rozhodujícím činitelem pro klíčení hlíz. Optimální teplota pro klíčení je 15 – 20 °C. Rostlina bramboru začíná růst při teplotě 6 °C. Nejintenzivněji roste při teplotě 18 – 20 °C. Při teplotě 40 °C růst natě přestává. Pro růst hlíz je optimální teplota ve dne 20 °C a v noci 14 – 15 °C. Při teplotě 2 °C i při teplotě nad 29 °C se růst hlíz zastavuje. Při teplotě nad 45 °C hlízy odumírají. Odolnost brambor k nízkým teplotám je velmi malá. Při déle trvajících teplotách pod – 1 °C až – 1,5 °C rostliny a hlízy mrznou [1].

Z **půdních nároků** jsou brambory charakterizovány jako typická humifilní čili vlhkostní plodina. Z toho vyplývá požadavek na vyšší obsah humusu a kyselou reakci půdy v rozpětí hodnoty pH 5,5 – 6,5 [9].

Vodní a současně **vzdušný režim** je ovlivněn půdou, srážkovou nebo závlahovou vodou. Optimální poměr obou režimů závisí na vlastnostech půdy, zejména na půdním druhu a obsahu humusu v půdě [9]. Brambory patří mezi plodiny se středně velkými nároky na vodu, ale citlivě reagují na rozdělení srážek. Nejmenší požadavky mají při klíčení. Nedostatek srážek v období od sázení do vzejití působí příznivě, neboť rostliny vytvoří bohatší kořenový systém. Naopak od začátku tvorby poupat (nasazování hlíz) až po fyziologickou zralost porostu (intenzivní růst hlíz) reagují všechny odrůdy citlivě na nedostatek půdní vláhy [7]. Obsah vzduchu v půdě a jeho kvalita (složení) ovlivňuje růst kořenů. Složení nadzemního vzduchu a jeho čistota ovlivňuje nejen rychlost fotosyntézy a dýchání, ale i transpiraci rostlin. Na růst bramborových rostlin má vliv i pohyb vzduchu. Složení vzduchu, jeho cirkulace, ovlivňuje kvalitu hlíz rovněž při skladování. Na provzdušnění půdy ve sféře kořenové soustavy, tedy nejen v ornici, ale i ve spodině, reaguje brambor velmi citlivě [8].

1.3 Tvorba výnosu

Výnos hlíz je výsledkem interakce mezi souborem dědičně fixovaných dispozic (genotypem) a podmínkami prostředí. Sled jednotlivých procesů, kterými se tento složitý

fenotypový projev (komplexní charakteristika) realizuje, nazýváme tvorbou výnosu. Hospodářský výnos bramboru je v podstatě představován sušinou, ukládanou během vegetace do hlíz. Je tvořen podobně jako u ostatních rostlin, z 90 – 95 % fotosyntetickou asimilací [1].

Pro dosažení vysokého hospodářského výnosu bramboru je podle Zrůsta (1983) rozhodující vytvoření dostatečně velkého kořenového systému, rychlost, s jakou se tvoří asimilační aparát, velikost listové plochy plně schopné funkce, životnost plně funkčních listů, vytvoření příznivého poměru mezi stonky a listy, co nejdelší období optimálně rozvinuté listové plochy, relativní rychlost růstu zásobních orgánů, asimilační aktivita listů, odpovídající rozdělení vytvořených asimilátů do produkčního procesu a k tvorbě zásobních orgánů [10].

1.3.1 Výnosotvorné prvky

Výnosotvorné prvky se vytvářejí postupně během ontogenetického vývoje rostlin. U brambor k nim patří počet rostlin a počet stonků na ploše porostu, počet hlíz na jeden trs a hmotnost hlíz.

Počet rostlin na jednotce plochy půdy je rozhodujícím výnosotvorným prvkem. Počet rostlin je určován sponem sázení, který závisí na hodnotě a velikosti sadbových hlíz, účelu pěstování, půdních a klimatických podmínkách, úrovni agrotechniky, výživě a ochraně porostu proti chorobám a škůdcům. Ekonomické hledisko, hlavně náklady na sadbu, však v dnešní době omezují vysazovaný počet hlíz, který by se měl pohybovat v rozmezí 40 – 60 tisíc rostlin na hektar [1].

Počet stonků na ploše je uznávaný jako důležitý výnosotvorný prvek, kterému je přikládán stále větší význam na dosažený výnos. Počet stonků je možno regulovat počtem rostlin na jednotku plochy porostu a pohybuje se v průměrném rozmezí 5 – 7 stonků na jednu rostlinu. Je závislý na počtu oček a na počtu klíčků na sadbové hlíze. Tento faktor je ovlivněn fyziologickým stavem a kvalitou sadby [1]. Dle Rybáčka (1988) je u normální velikosti sadbového materiálu počítáno s 2 – 10 stonky na trs [11].

Počet hlíz na rostlině je důležitým výnosotvorným prvkem, který přímo ovlivňuje hospodářský výnos a pohybuje se v průměru kolem 10 – 14 hlíz na jednu rostlinu. Závisí především na genetickém základě odrůdy, počtu stonků, průběhu počasí v době nasazování

hlíz a na výskytu chorob a škůdců. Počet hlíz na jednotce plochy může pěstitel ovlivnit zvýšením hustoty porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a omezováním vlivu škodlivých činitelů v průběhu vegetace.

Hmotnost hlíz určuje hospodářský výnos brambor. Průměrná hmotnost jedné hlízy se pohybuje v rozmezí 60 – 100 g. Hmotnost jedné hlízy je přímo úměrně ovlivňována zejména delší vegetační dobou jednotlivých odrůd a je nejvyšší u pozdějších odrůd. Rovněž i úroveň výživy průkazně ovlivňuje hmotnost hlíz [1]. Podle Míči (1994) je v našich klimatických poměrech průměrná velikost hlíz závislá zejména na srážkových poměrech a vlhkosti půdy ve druhé polovině vegetace [12].

Hmotnost hlíz je pozitivně ovlivněna:

- délkou vegetační doby
- brzkým sázením brambor
- vzdáleností řádků 75 cm oproti úzkým řádkům
- výživou a hnojením
- regulací zaplevelení, škůdců a chorob [9].

1.4 Základní agrotechnika

1.4.1 Výběr stanoviště

V České republice rozlišujeme dvě základní oblasti intenzivního pěstování brambor. Jednou z nich je teplejší a úrodnější oblast pěstování zejména raných konzumních brambor v polabské nížině a na jižní Moravě, charakteristická nadmořskou výškou 150 – 250 m, s průměrnou teplotou 8 °C (ranobramborářská oblast). Druhou je chladnější oblast pěstování brambor všech užitkových směrů v převážně zemědělské výrobní podoblasti bramborářské s centrem pěstování na Českomoravské vrchovině s nadmořskou výškou 400 – 600 m a průměrnou roční teplotou pod 7 °C (tradiční bramborářská oblast). Půdy jsou zde lehké až střední, skeletovité. Klimatické podmínky jsou zde mírně teplé, vlhké až mírně chladné [13].

Z hlediska požadavků na stanoviště jsou pro pěstování brambor nejvhodnější půdy lehčí až středně těžké, písčitohlinité až hlinité, s dobře propustnou zeminou a slabě kyselou půdní reakcí $\text{pH} = 5,5 - 6,5$. Zvláště vhodné jsou pozemky humózní, pravidelně hnojené organickými hnojivy, převážně drobtovité půdní struktury, s hloubkou ornice nejméně 150 mm. Nevhodné jsou půdy kamenité a se svažitostí nad 8° [9]. Obsah humusu by měl být minimálně 2 % [14].

1.4.2 Zařazení brambor v osevním postupu

Brambory jsou řazeny v osevním postupu ke zlepšujícím a odplevelujícím plodinám, nenáročným na předplodinu [1].

Nejlepšími předplodinami jsou plodiny, které zanechávají v půdě velké množství organických zbytků, jako například jeteloviny a jetelotravní směsky, luskoviny, silážní kukuřice, cukrovka a krmná řepa. Obvykle se však zařazují mezi dvě obilniny, přičemž malé množství organických zbytků, pokud se sláma po jejich sklizni nezaorává, je vyrovnáno statkovými hnojivy. I když jsou brambory po sobě pěstitelsky snášenlivé, neměly by se zařazovat na stejný pozemek dříve než za 4 – 5 let, protože hrozí zamoření půdy chorobami a škůdci brambor, zejména háďátkem bramborovým [4].

1.4.3 Základní zpracování půdy

Půda je základní, omezený a neobnovitelný zdroj tvorby potravin a je nedílnou součástí přírodního bohatství každé země. Komplexem svých vlastností rozhoduje o výši výnosu a kvalitě sklizených plodin.

Nejdůležitějším znakem půdy je její úrodnost, kterou definujeme jako schopnost půdy zabezpečit na ní rostoucím plodinám optimální podmínky nutné k dosažení stálých a kvalitních sklizní, tj. vytváří pěstovaným plodinám vhodné prostředí a zajišťuje jim dostatek živin a vody nutných k růstu a vývinu rostlin [15].

Přípravou půdy rozumíme v první řadě mechanické zpracování půdy, kterým se zasahuje do fyzikálního, biologického i do chemického stavu půdy [14]. Bramborům vyhovuje prokypřená ornice, která dává možnost růstu stolonů a zvětšování objemu hlíz a celkově podporuje růst a vývoj příznivým režimem vodním, teplotním i vzdušným. V utužené půdě se opoždí vzházení, vyvíjí se slabý kořenový systém, asimilační plocha rostliny je ome-

zena a nejsou dány předpoklady pro dobrý výnos hlíz. S ulehlostí půdy se zvětšuje i podíl deformovaných hlíz, snižuje se i obsah škrobu a vitamínu C v hlízách [1].

Po sklizni předplodiny se nejprve provede podmítka, tj. mělké zkyplení půdy do hloubky 80 – 100 mm [12]. Podmítka je nenahraditelná pro udržení půdní vláhy, podpoří mineralizaci posklizňových zbytků, vzejítí semenných plevelů a jejich zničení a vytváří podmínky pro kvalitní zpracování půdy orbou. Ošetření podmítky vláčením zvýší plevelohubný účinek [1].

Posledním podzimním zákrokem před zamrznutím je orba. Nakypřuje půdu a zvyšuje její pórovitost. Dochází k drobení půdy, čímž se zlepšuje stav půdní struktury, k obrácení půdy, v neposlední řadě také k hubení plevelů [14]. Orbou se zapravuje zelené hnojení a ostatní organická hmota. Důležité je promísení organického a popřípadě anorganického hnojení v ornici. Hloubka orby by se měla pohybovat kolem 30 cm [7]. Základní podmínkou je vytvořit dostatečně hluboko prokypřenou půdu pro růst brambor [6].

Příprava půdy před sázením

Přesná práce sazečů předpokládá urovnanou ornici, jejíž drobtovitost je základním předpokladem pro snadnou prosévatelnost ornice hrůbků při sklizni. Pečlivá a kvalitní příprava půdy před sázením dává i předpoklad pro stejnoměrnou hloubku sázení a tím i rovnoměrné a rychlé vzcházení hlíz. Příprava půdy před sázením respektuje především druh půdy a místní klimatické podmínky [1]. Na jaře se provádí obvykle smykování a vláčení, jehož výsledkem by měl být urovnaný povrch půdy, omezení ztráty půdní vláhy a vytvoření podmínek pro klíčení jarních plevelů. Druhou základní operací na jaře je rozmetání průmyslových hnojiv a jejich zapravení následným kypřením. Cílem kypření je půdu dostatečně hluboko prokypřit pro dobrou práci sazečů brambor. Významným výsledkem kypření je rovněž provzdušnění i prohřátí půdy a ničení plevelů [4]. Na lehčích a dobře záhřevných půdách může postačovat jediné kypření do hloubky 150 – 180 mm. U půd, které nemají dostatečnou výhřevnost stanoviště, je třeba počítat s postupným prokypřováním do hloubky 160 – 200 mm, aby nedocházelo k tvorbě hrud [1].

Příprava půdy odkameněním

Hlavní příčina mechanického poškození hlíz je přítomnost kamenů a hrud v ornici. Významnou možností snížení mechanického poškození hlíz je použití záhonového odkamenění půdy před výsadbou. Jedná se o separaci kamenů a hrud s uložením do sousední brázdy [1].

Oproti sběru, respektive drcení kamenů má separace následující přednosti:

- 1) zachován je příznivý vliv kamenů na půdní vlastnosti
- 2) nižší energetická náročnost oproti drcení kamenů
- 3) nižší potřeba pracovních sil
- 4) není potřebné řešit co se sebranými kameny
- 5) nedochází ke snižování orničního profilu

Separaci je vhodné využít na půdách s vyšším obsahem kamene a u půd se sklonem k tvorbě hrud.

Pracovní operace při separaci:

- 1) **Hrůbkování:** rýhovacím strojem – tzv. hrobkovačem se vytvoří hrůbky. Důležité je při této operaci nevynášet podorniči a vytvořit dostatečnou rýhu pro uložení kamenů a hrud.
- 2) **Separace:** separátor nabírá nahrnutou zeminu hrobkovačem, půda je prosévána a jsou odděleny kameny a hroudy, které jsou uloženy do meziřádku. Cílem separace je získat záhon s výrazným snížením podílu kamene a hrud [1].

1.5 Úprava bramborové sadby

Úprava sadby má rozhodující význam pro tvorbu výnosu, včasný vývoj rostlin a dále má vliv na vzcházení a může výrazně ovlivnit zdravotní stav [16]. Včasná příprava sadby je základem pro vysoký výnos kvalitních hlíz. Rozlišujeme ji na přípravu mechanickou, biologickou a chemickou [1].

1.5.1 Mechanická příprava sadby

Mechanická příprava sadby se skládá především z třídění sadby [4]. Při této přípravě zbavujeme sadbu příměsí, matečných, mechanicky silně poškozených a nahnilých hlíz [7]. Hlízy musí být zdravé, odrůdově jednotné, optimální hmotnosti 40 – 80 g. Při nedostatku sadby je někdy používaným východiskem krájení sadby. Krájení sadby u nás pěstovaných odrůd však není možno doporučit, vzhledem ke značné pracnosti a zdravotním rizikům, která vedou ke ztrátám na výnosu až 30 %. Při množení sadby je krájení hlíz zakázáno.

Sadba musí velikostně vyhovovat požadavkům na vlastnosti sadby. U nás se většinou používá jednotné třídění, ale ve světě je již běžné třídění na dvě i více velikostních skupin, což zpřesňuje výsadbu a zlepšuje práci sazeče brambor [1].

S velikostí bramborové hlízy se zvětšuje obvykle i počet oček na hlíze a tím i počet stonků na jedné rostlině. Příliš velké hlízy však dávají méně příznivé rozdělení stonků v porostu než hlízy menší velikosti. Zajišťují ale naopak větší jistotu při vzcházení porostu, zvláště v sušších a méně příznivých podmínkách [7].

Potřeba sadby se u nás pohybuje v závislosti na velikosti hlíz a hustotě výsadby v rozmezí 2,5 – 3,5 t.ha⁻¹. Ekonomicky nejvýhodnější je optimální počet rostlin ke sklizni v rozmezí 40 – 60 tisíc trsů na jeden hektar [1].

1.5.2 Biologická příprava sadby

Biologická příprava sadby má za účel zkrátit období mezi sázením a vzcházením porostu. Výrazně snižuje riziko mezerovitosti porostu při vzcházení. Účelem je dosáhnout optimálního rozvoje nadzemních částí bramborového trsu, zejména listového aparátu. Zajišťuje vytvoření klíčků v různých stádiích vývoje hlíz, za krátké období před jejich výsadbou [1].

K tradičním způsobům biologické přípravy sadby patří:

- předkličování
- narašování
- zakořeňování sadby

Předkličování

Předkličuje se buďto na denním rozptýleném světle nebo na umělém světle. Správně předkličovaná sadba musí mít 15 – 25 mm dlouhé elastické klíčky, typicky odrůdově zelené až červenofialově zbarvené, s vytvořenými růžicemi lístků a základem kořínků v podobě hrbolků. Předkličování je možno realizovat:

- ve speciálních, dobře tepelně izolovaných předkličovnách s dostatečným přirozeným osvětlením
- ve vhodných prostorách bez přístupu denního světla, za využití umělého osvětlení
- v provizorních prostorách (např. silážních jamách), pod plastickou folií [7].

Při všech způsobech předkličování musí být zajištěn dostatečný přístup světla k hlízám. Světlo a dlouhý den brzdí růst klíčků do délky a ovlivňuje i jejich zbarvení. U nedostatečně osvětlených hlíz se vytvářejí dlouhé klíčky, které se při sázení snadno ulamují.

Předkličovat začínáme asi 6 týdnů před výsadbou. Při teplotě 8 – 12 °C necháme hlízy nejdříve v prvních 10 dnech ve tmě narašit. Při vytvoření klíčků 3 – 5 mm je nutno začít osvětlovat a teplotu v předkličovně zvýšit až na 12 – 18 °C, při relativní vlhkosti 80 – 90 %. Po dobu 20 – 25 dnů osvětlujeme 12 hodin denně. Jeden týden před výsadbou se klíčky krátce otužují provětráváním při nižší teplotě 6 – 8 °C a při vyšší relativní vzdušné vlhkosti 85 – 90 %, aby se přizpůsobily podmínkám půdního prostředí [1].

Narašování sadby

Zajišťuje probuzení hlíz s vyvinutými klíčky maximálně do délky 2 – 5 mm, které je možno vysazovat běžnými automatickými sazeči. Nevyžaduje zvláštní zařízení pro narašování sadby a nepoužívá obvykle ani světla k zesílení vzrostlých klíčků. Tento způsob přípravy je možno využívat ve sklepech, krechtech a bramborárnách s minimálními náklady ve všech zemědělských podnicích. Celková délka narašování se pohybuje v rozmezí 1 – 3 týdnů, při vhodné teplotě 8 – 10 °C [7].

Zakořenění sadby

Zakořenění sadby do vhodného substrátu, použití gama záření, rentgenového záření, urychlených elektronů nebo elektrického či magnetického pole má v praxi omezené použití a sleduje se prozatím výzkumně. Různé výsledky dává i chemická stimulace. Z chemických derivátů mohou být využity např. chlorcholinchlorid, ethrel, giberelin, kyselina jantarová, kinetika, atd. [1].

1.5.3 Chemická příprava sadby

Spočívá v ošetření sadby proti napadení chorobám a škůdcům brambor, případně přerušení vegetačního klidu a urychlení vzcházení brambor. Ošetření se provádí zejména u náchylných odrůd brambor suchou nebo mokrou cestou, a to fungicidními přípravky před výsadbou [7].

1.5.4 Zkouška klíčivosti

Zkoušku klíčivosti sadby je možné provést u průměrného vzorku 100 hlíz, nejlépe ve dvou opakováních pro větší přesnost výsledků. Vzorky musí být umístěny ve tmě v místnosti s teplotou 20 – 25 °C a při 70 % relativní vlhkosti vzduchu. Po 10 – 12 dnech se vzorek pečlivě vyhodnotí a vyjádří se procento klíčivosti součtem hlíz se dvěma a více klíčky. Při nižší než 90 % klíčivosti se nedoporučuje partie k výsadbě [1].

1.6 Výsadba brambor

Sázení brambor podstatně ovlivňuje výnos hlíz, určuje počet rostlin na jednotce plochy půdy, podmiňuje délku období narůstání hlíz a ovlivňuje práci kultivačních a sklizňových strojů [1]. Při sázení hlíz je nutné, aby byly vysazovány do prokypřené, mírně vlhké půdy a do stejné hloubky [16].

Doba sázení – je závislá na teplotě a stavu půdy v době výsadby, která by se měla pohybovat v hloubce výsadby minimálně v rozmezí 6 – 8 °C [1].

Spon výsadby – je daný šířkou řádků a vzdáleností hlíz v řádku. Závisí zejména na užitkovém směru pěstování, na kvalitě a velikosti sadbových hlíz určité odrůdy, na půdních a klimatických podmínkách, úrovni hnojení, agrotechniky a na době sklizně brambor. V

současné době u nás převažuje meziřádková vzdálenost 750 mm, která má určité výhody při zvýšení produktivity práce při sázení a ošetřování porostů. Podle dosavadních výsledků širší meziřádková vzdálenost než 750 mm negativně neovlivňuje dosahovaný výnos [7].

Hloubka sázení – je vzdálenost dolní části hlízy od urovnaného povrchu pole a pohybuje se v rozmezí 50 – 60 mm. Následné vysoké nahrnutí orníci umožňuje postupné oteplování hrůbku a rychlé vzcházení porostu [1]. Výška nahrnutí ornice nad hlízami má být po výsadbě 130 – 150 mm [4].

1.6.1 Ošetřování brambor během vegetace

V období od výsadby do zapojení porostu provádíme několik kultivačních zásahů, jejichž cílem je hubit plevely a udržovat příznivý fyzikální stav půdy, regulovat vrstvu půdy nad hlízami a správně vytvarovat hrůbky. Podle zvoleného postupu kultivace a aplikace herbicidů se rozlišují tři typy technologií – plná mechanická kultivace, omezená mechanická kultivace s použitím herbicidů a tzv. bezkultivační způsob [1].

Mechanická kultivace před vzejitím trsů je zásadně nutná a nezastupitelná. Jde hlavně o proorávku naslepo a vláčení. Omezená mechanická kultivace se provádí přednostně u množení sadby. Bezkultivační způsob se v ČR používá pouze při pěstování brambor v odkameněných řádcích. Jediným úkonem je aplikace herbicidu proti plevelům s dlouhodobým účinkem [9].

1.7 Výživa a hnojení brambor

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Jedním ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu je proto zajistit jim jejich optimální množství. Příjem a využití živin z půdního roztoku je velmi složitý proces založený na vzájemně se ovlivňujícím působení mnoha vnitřních a vnějších faktorů [17]. Požadavky kladené v současné době na brambory z hlediska získání vysokých, stabilizovaných výnosů a zároveň dobré kvality jsou dosažitelné pouze na vhodném stanovišti s využitím výkonných odrůd a správně navrženou a aplikovanou, fyziologickému průběhu růstu přizpůsobenou, výživou rostlin. K optimálnímu prostředí bramborové rostliny patří kyprá, provzdušněná, biologicky aktivní půda. Re-

lativně málo výkonný kořenový systém potřebuje mnoho kyslíku a pokud možno rovněž zásobení vodou [18].

Rostlina bramboru přijímá živiny téměř po celou dobu své vegetace. Průměrné hodnoty odběru živin na výnos 10 t hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou: 40 - 50 kg dusíku, 8,8 kg fosforu, 70 kg draslíku, 22 kg vápníku a 8,4 kg hořčíku [17].

Obecně platí, že zvýšení obsahu živin v půdě se projeví i zvýšením jejich obsahu v rostlinách. To je ostatně podstatou hnojení, kdy se formou průmyslových nebo statkových hnojiv přidávají jednotlivé živiny do půdy [19]. Pojem hnojiva je vymezen v zákonu č. 156/1998 Sb. Za hnojiva jsou považovány látky obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce [20].

V různých obdobích růstu a vývoje se mění podíl částí rostlin (nadzemní hmoty, hlíz a kořenů) na celkovém množství přijatých živin [21]. Pro stanovení dávek živin je třeba využívat následující informace:

- **zrnitostní složení a obsah P, K a Mg v půdě** - slouží pro stanovení dávek fosforu, draslíku a hořčíku v průmyslových hnojivech aplikovaných na podzim i na jaře před sázením. S těmito hodnotami je třeba pracovat pokaždé před založením porostu.
- **obsah anorganického dusíku v půdě na jaře před sázením, dávka organického hnojiva, délka vegetační doby odrůdy a zvolený užitkový směr pěstování** - slouží pro zhodnocení přístupného dusíku v půdě a stanovení dávky N v průmyslových hnojivech před nebo při sázení.
- **obsah mikroelementů v půdě** - hodnoty slouží pro stanovení dávek mikroelementů aplikovaných do půdy, ale i na list. Jedná se zejména o zinek, měď, bór, molybden, mangan, síru. Brambory nemají vyhraněný požadavek k mikroelementům, ale výrazný nedostatek se může projevit negativním vlivem na růst a vývoj porostu, zejména v pozdějších fázích vegetace.
- **obsah živin v listech brambor** - hodnoty slouží pro posouzení výživného stavu porostu v raných fázích růstu a vývoje (do období začátku tvorby pupat) [17].

- **hodnota pH** - jestliže není v intervalu optimálních hodnot, je třeba ji upravit, a to zpravidla zvýšit vápněním. Přímo k bramborům se však nevápní, brambory vyžadují spíše kyselější reakci, naopak zásaditější prostředí podporuje šíření strupovitosti.
- **hodnota obsahu humusu** - je důležitou informací o stavu organických látek v půdě. Při nízkých hodnotách (pod 1,8 %) je třeba zvýšit přívod organických látek do půdy [18].

ROZDĚLENÍ HNOJIV

Hnojiva rozdělujeme podle tří základních hledisek:

1. Podle účinnosti na hnojiva přímá a pomocné látky (nepřímá)
2. Podle původu na hnojiva minerální (průmyslová) a statková (organická)
3. Podle skupenství na hnojiva tuhá a kapalná

Hnojiva přímá jsou látky, které obsahují jednu nebo více rostlinných živin, zpravidla ve větším množství, a to buď v minerální nebo organické formě.

Pomocné látky neobsahují rostlinné živiny ve větším množství, rostlinám tedy nedodávají živiny, ale umožňují zlepšit výživu úpravou životního prostředí nebo ovlivňují metabolismus rostlin tak, že rostliny dovedou využít větší množství živin na tvorbu výnosu.

Hnojiva minerální zahrnují všechny hnojivé látky vyráběné mimo zemědělský závod. Jsou to produkty především chemického, báňského a stavebního průmyslu i jiných závodů, jako jsou humusárny a výroby očkovacích látek. Hlavními zástupci této skupiny jsou koncentrovaná minerální hnojiva, která dělíme na:

- **jednosložková** – obsahují jednu živinu jako hlavní. Mohou obsahovat také doprovodné ionty (např. Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^-), popř. mikroelementy. Dělí se na hnojiva dusíkatá, fosforečná, draselná, vápenatá a hořečnatá,
- **vícesložková** – hnojiva s obsahem minimálně dvou nebo více hlavních živin, mohou obsahovat doprovodné ionty a mikroelementy. Podle obsahu živin se dělí na

hnojiva: *dvojitá* s obsahem 2 hlavních živin (NP, NK, PK), *trojitá* (plná), *mikro-hnojiva* s obsahem mikroelementů, zvláštní skupinu tvoří *hnojiva se sírou*

Hnojiva statková jsou hnojiva, která se vyznačují velkým objemem, jsou produkována v zemědělské prvovýrobě a dělí se na:

- hnojiva stájová - chlévský hnůj, kejda, močůvka, hnojůvka
- ostatní - komposty, zelené hnojení, sláma na hnojení, ostatní organická hmota [15].

1.7.1 Hnojení brambor dusíkem a jeho vliv na chemické složení brambor

Dusík je nejvýznamnější základní živinou pro brambory [4]. Patří k základním stavebním prvkům, ze kterých se tvoří bílkoviny a je rovněž významnou složkou chlorofylu [5]. Hnojení dusíkem je třeba věnovat zvýšenou pozornost, aby výsledné normativy této živiny aplikované v průmyslových hnojivech co nejpřesněji kryly deficit v bilanci organických látek a nedocházelo na jedné straně k nedostatečné výživě rostlin dusíkem, na druhé straně k přehnojení touto živinou, v obou případech s negativními důsledky na tvorbu výnosu a kvalitu rostlinných produktů [22]. Dusík má přímý vliv na výnosy a kvalitu brambor. Se zvyšující se dávkou dusíku klesá jeho účinnost. To znamená, že v rámci nízkých dávek N na 1 hektar (50 kg) na 1 kg dusíku připadá přírůstek výnosu kolem 100 - 120 kg hlíz, ale u dávek nad 120 kg N.ha⁻¹ již jenom 20 - 30 kg hlíz [5]. Jednostranné hnojení dusíkem zhoršuje kvalitu hlíz [6].

Nedostatek dusíku se projevuje slabým růstem rostlin [15]. Dochází ke snížení intenzity fotosyntézy [4]. Je omezen růst trsů, listy jsou bledě zelené, se sníženým obsahem chlorofylu [11]. Při silném nedostatku dusíku list od spodu odumírá, a někdy i odpadne. Výrazné změny jsou i v morfologii kořenů - kořen se málo větví (roste do délky) [15]. Dostatek dusíku zajišťuje velkou asimilační plochu, která je předpokladem pro vysoký výnos hlíz s lojovitou konzistencí dužiny [4]. Deficit dusíku u brambor je vidět na obr. 5.



Obr. 5: Deficit dusíku u brambor [15]

V praxi se často vyskytuje přehnojení dusíkem. Tato okolnost má za následek, že se nám prodlužuje vegetační doba (nadměrná tvorba natě na úkor hlíz), listy jsou temně zelené, zhoršují se sensorické vlastnosti a sadbová hodnota hlíz, dále se zvyšuje možnost také mechanického poškození hlíz a tím rozšíření skládkových chorob. Výsledkem je fyziologicky a technologicky nedozrálá hlíza, s vyšším obsahem N-látek, které se hromadí v nebílkovinné formě, často jako nežádoucí dusičnany [16]. I když dusíkaté hnojení významně ovlivňuje obsah dusičnanů, není jediným faktorem, který se na výskytu dusičnanů v bramborové hlíze podílí [5]. Jejich obsah je více záležitostí průběhu povětrnosti a délky vegetační doby jednotlivých odrůd brambor [17]. Během skladování dochází ke snížení obsahu dusičnanů, obdobně vařením brambor výrazně klesá jejich obsah [16]. Velmi vysoké dávky dusíku také snižují obsah sušiny, škrobu a zhoršují chuť hlíz po uvaření [23]. Při nadbytku dusíku klesá také obsah kyseliny citronové, která je stabilizačním faktorem barvy dužniny [3]. U velmi vysokých dávek nastává výnosová deprese, ale je obtížné určit přesnou hranici. Vysoké dávky dusíku nad $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ negativně ovlivňují životní prostředí možnou kontaminací podzemních vod [17].

Hnojení dusíkem vede nejenom ke zvyšování celkového dusíku v hlízách brambor, ale také ke zvyšování množství dalších prvků. Nejpatrnější je tento jev v případě fosforu a draslíku [24]. Synergický vliv dusíku na vyšší příjem prvků byl potvrzen také v případě zvýšené kumulace toxických prvků (zejména arsenu, berylia a kadmia) v bramborových hlízách. Stejně tak příjem olova je mnohem intenzivnější na půdách hnojených dusíkem [18].

Při hnojení dusíkem nad hodnotu $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ výrazně klesá schopnost tvorby škrobu a výrazně se snižuje také tvorba sušiny. Naopak se zvyšuje obsah redukujících cukrů, které mohou mít negativní účinky projevující se při tepelném zpracování brambor [25].

Dusíkaté hnojení není jediným aspektem, který se může na obsahu škrobu podílet. Daleko důležitějším se jeví vliv odrůdy, stanoviště a ročníku [23].

Jedním z nejzajímavějších důsledků dusíkatého hnojení brambor může být změna v obsahu aminokyselin v bramborové hlíze. Hnojení dusíkem zvyšuje v bramborových hlízách obsah celkového dusíku a obsah bílkovinného dusíku i když při velmi vysokých dávkách N může dojít ke stresu rostliny, který má naopak za následek pokles množství bramborové bílkoviny. Přestože se u brambor rostoucích na pozemcích, kde byla aplikována dusíkatá výživa, většinou setkáváme s vyšším množstvím bílkovin, jejich výživová hodnota jednoznačně klesá. Tento fakt je zapříčiněn přednostním zabudováváním dusíku v neesenciálních aminokyselinách [26]. Nejintenzivněji se tvoří kyselina glutamová a potom kyselina asparagová. Poměr obsahu esenciálních aminokyselin ve srovnání s ostatními tedy klesá, a to od dávek dusíku v množství přibližně $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ [27].

Dusíkatá hnojiva se používají zásadně na jaře, kdy se 80 – 90 % plánované dávky zapraví do půdy při kypření a při sázení, nejpozději v době, kdy vzešlé trsy začnou vyznačovat řádky. Zbytek dávky, můžeme aplikovat například k přihnojení při postřiku proti plísni bramborové, nejpozději však do začátku kvetení. Obvykle se používá 6% roztok močoviny v dávce $400 - 500 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ [4].

Do skupiny dusíkatých hnojiv zařazujeme všechny dusíkaté sloučeniny v minerální i organické formě, v tuhém i kapalném skupenství, které rostlinám poskytují dusík jako živinu.

N hnojiva dělíme podle formy dusíku na:

- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým) NO_3^-
- s dusíkem amonným a amoniakálním NH_4^+ , NH_3
- s dusíkem amidovým (organickým) NH_2
- s dusíkem ve dvou i více formách NH_4^+ , NO_3^- , NH_2
- pomalu působící [15].

Z pevných dusíkatých hnojiv se pro hnojení brambor nejčastěji používá síran amonný, močovina, ledky, z kapalných DAM-390. Často se dávka dusíku zapravuje ve vícesložkových pevných, popřípadě kapalných hnojivech [17].

Vyšší dávky N používáme především u užitkového směru konzumních brambor (výnos, lojovitost). Střední intenzita dusíkatého hnojení je určena pro odrůdy na zpracování, tj. pro výrobu potravinářských výrobků z brambor a škrobu. Relativně nižší dávky dusíku vyžadují množitelské porosty (výtěžnost hlíz sadbové velikosti) [1].

1.7.2 Hnojení brambor mikroelementy (manganem) a jeho vliv na bramborovou rostlinu

Mikroelementy řadíme mezi rostlinné živiny nezbytně potřebné k růstu a vývoji rostlin [28]. Patří mezi ně ty prvky, které z hlediska kvantitativního vztahu tvoří nepatrný podíl ve složení půd, přičemž jsou velmi významné z pohledu výživy pěstovaných plodin. Od makroelementů se liší hlavně tím, že se vyskytují podstatně v menších množstvích a jejich potřeba je také nižší. Na rozdíl od makroelementů, které působí v převážné míře jako stavební složky, mají mikroelementy ve spojení s enzymatickými systémy úlohu katalytickou.

Charakteristickým znakem mikroelementů je poměrně úzké rozmezí mezi optimálním a škodlivým obsahem. Všechny tyto prvky mají vysoký faktor účinnosti. To znamená, že jejich celková potřeba je malá, ale většinou již nepatrné zvýšení obsahu určitého mikroelementu může mít za následek překročení fyziologicky únosné hranice a poškození rostlin. Do této skupiny řadíme hlavně ty prvky, kterým se v praktickém zemědělství věnuje největší pozornost. Jedná se o bór, mangan, měď, zinek a molybden [15].

Brambory nepatří mezi rostliny se specifickými nároky na mikroelementy. Většina mikroelementů je v půdách ČR přítomna v dostatečném množství a není nebezpečí výrazného ovlivnění výnosu a kvality v důsledku jejich nedostatku. U brambor lze příznivou odezvu očekávat v případě manganu, mědi a molybdenu. Zdrojem těchto živin jsou zejména půda, organická a průmyslová hnojiva, spad z ovzduší, hnojiva používaná pro mimokořenové aplikace, některé fungicidy apod. [1].

V půdě jsou mikroelementy obsaženy v různých primárních minerálech, z nichž se uvolňují zvětrávacími procesy [15]. V případě nízkého obsahu mikroelementů v půdě je třeba nedostatek řešit základním hnojením do půdy pro celý osevní sled. Běžnější a účelnější jsou aplikace mikroelementů v období tvorby poupatek až květu, které mohou řešit nedostatky v příjmu konkrétního prvku a navíc působí i protistresově. Takové vlastnosti mají i speciální listová hnojiva, která zpravidla obsahují více prvků včetně nízké koncentrace

makroelementů, často obsahují i stimulatory růstu. Hnojiva s nižším obsahem základních živin, ale se širokou paletou mikroelementů bychom měli používat pouze v případech, kdy byl anorganickým rozbohem zjištěn dobrý výživný stav [7]. S úspěchem lze použít hnojiva řady Campofort s podílem té konkrétní živiny, která je v deficitu, včetně základních živin [17].

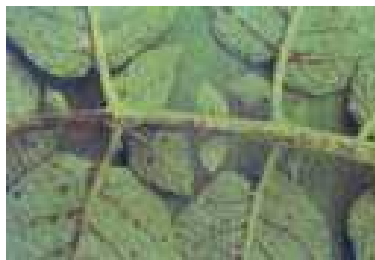
Rostliny brambor mohou i při vysokém obsahu manganu v půdě trpět nedostatkem tohoto prvku. Mangan je totiž za sucha v nakypřených hrůbcích oxidován a stává se rostlinám nedostupným. Špatná dostupnost manganu v půdě může být kompenzována hnojením na list. U většiny rostlin je však velkou překážkou takového příjmu živin vosková vrstvička na listech. Pokud prvky tuto bariéru překonají, dostanou se velmi rychle do rostlinných buněk [29].

Charakteristickým znakem manganu je, že rostlina může být poškozena jak jeho nedostatkem, tak nadbytkem [28]. Mezi rostlinami se projevují velké druhové rozdíly jak v nárocích, tak i ve schopnosti příjmu Mn z půdy. Klesne-li koncentrace přijatelného manganu v půdě pod určitou hranici, sníží se i jeho obsah v rostlinných tkáních, což se navenek projeví určitými příznaky. Dochází k listové chloróze. Při silnějším nedostatku manganu se listy úplně odbarví. Růst je silně omezen nebo se dokonce zcela zastaví. V pozdějších stadiích se objevují šedozelené skvrny, které pak hnědnou a zasychají. Vnější příznaky vznikají následkem změn v plastidech, kde dochází k zastavení tvorby chlorofylu. Většina plastidů hrudkovatí, později se úplně rozpustí a tvoří žlutavý roztok v cytoplazmě. Rostliny nemohou spotřebovat škrob a přeměňují jej v tuky, které se hromadí v buňkách. V lodyhách dochází k úbytku xylému, špatně se vyvíjí kořenový systém, přičemž jsou nejvíce postiženy postranní kořeny. Dochází k omezení růstu plodů a mnohdy se rostliny do tohoto stadia vůbec nedostávají [15]. Nadbytek volného železa zvyšuje příznaky nedostatku manganu [28]. Deficit manganu u brambor lze vidět na obr. 6.



Obr. 6: Deficit manganu u brambor [15]

Nadbytek manganu v půdě vyvolává na rostlinách rovněž těžké chlorózy. Na rubu listů se tvoří hnědé až červenohnědé tečky, které v pozdějším stadiu splývají ve větší skvrny. Při silném nadbytku listy odumírají [15]. U řady rostlin se objevuje světležluté zbarvení okrajů listů, které se postupně mění na černé a list odumírá. Toxicita manganu bývá často doprovázena nedostatkem železa [28]. Toxicité působení nadbytku manganu u brambor je znázorněno na obr. 7.



Obr. 7: Toxicité působení nadbytku manganu u brambor [15]

Na přihnojení manganem velmi dobře reaguje cukrovka, krmná řepa, oves, pšenice, ječmen, hrách, fazol, brambory, ovocné stromy, vinná réva. Dobrou reakcí se vyznačují brukvovité rostliny [15].

1.8 Sklizeň brambor

Mechanizovaná sklizeň brambor je velmi náročná vzhledem ke značným rizikům mechanického poškození hlíz. Zvláště při sklizni na kamenných půdách dochází ke značnému poranění hlíz, které mohou být následně infikovány skládkovými chorobami. Konzumní i průmyslové brambory je nejvhodnější sklízet v plné zralosti porostu, kdy nať žloutne, odumírá a zasychá, hlízy odpadávají od stolonů, slupka je pevná a neodlupuje se. Před vlastní sklizní je vhodné odstranit nať - mechanicky rozbíječem nať, popřípadě chemicky. U porostů raných brambor sklizených na letní konzum ještě před jejich fyziologickou zralostí se nať odstraňuje pouze mechanicky [4].

Způsoby sklizně se volí podle půdních, terénních a klimatických podmínek s ohledem na odrůdu a užitkový směr [1]. Sklízíme jednořádkovými nebo dvouřádkovými sklízecími, případně ručním sběrem za vyorávačem [20]. Ruční sběr je vhodný pro malé plochy, svažité pozemky nad 8°, na silně kamenitých půdách a při sklizni velmi raných a raných

konzumních brambor [1]. Sklizeň jednořádkovým sklízečem se zásobníkem nebo pytlovací plošinou je vhodná pro sklizeň raných konzumních nebo sadbových brambor [4]. Sklizeň dvouřádkovým sklízečem je vhodná pro všechny užitkové směry [16]. Uplatňuje se také dělená sklizeň brambor s vyoráním hlíz a následným sběrem pomocí sklízečů [1].

Sklizeň by měla probíhat za suchého počasí a teplota vzduchu by neměla vystoupit nad 20 °C a klesnout pod 8 - 10 °C, jinak jsou hlízy náchylnější k mechanickému poranění a přenosu mokré bakteriální hniloby, která zvyšuje procento ztrát a snižuje kvalitu hlíz [4].

Sklizené brambory se musí zbavit příměsí a nečistot, vadných hlíz a musí se velikostně roztřídit. Na třídíčkách často dochází k poranění hlíz. Proto je zde vhodné po sklizni velikostně třídit jen partie k expedici a ostatní před uskladněním nejvýše zbavit hlíny a kamenů a třídit před vyskladněním [8].

1.9 Skladování brambor

Skladovat brambory je možno volně nebo v paletách či menších obalech. Pro skladování slouží speciální stavby – bramborárny nebo další prostory, kde jsou vhodné teplotní, vlhkostní a světelné podmínky. Důležité je, aby sklad bylo možno větrat a regulovat v něm teplotu a vlhkost. Brambory nelze skladovat na světle, neboť by došlo k jejich zelenání, které omezuje jejich konzumní využití [7]. Ztráty během skladování jsou nižší, pokud jsou uskladněny zdravé, suché, vyzrálé a neporaněné hlízy [6].

Během skladování brambory procházejí různými fázemi:

- **osušování** ihned po naskladnění, kdy intenzivním větráním při teplotách 10 - 20 °C odstraňujeme povrchovou vlhkost hlíz. Toto období trvá 24 - 36 hodin;
- **suberizace** (hojení hlíz), při které dochází k zahojení poškozených míst na hlíze a ke vzniku ochranné povrchové vrstvy. Následuje po osušování a probíhá při teplotě 12 - 18 °C a relativní vlhkosti 85 - 95 %. Délka trvání závisí na zdravotním stavu, způsobu mechanického poškození, na teplotě a vlhkosti brambor. Obvykle trvá 2 - 3 týdny;
- **zchlazování** pomocí větrání buď vnějším vzduchem, nebo směsí vnitřního a vnějšího vzduchu, jež následuje po vyhojení hlíz. Zásadou by mělo být, aby teplota vhá-

něného vzduchu byla o 2 až 5 °C nižší než teplota brambor. Teplota se postupně snižuje až na potřebnou skladovací teplotu, a to u sadby na 2 až 4 °C, u konzumu na 4 až 7 °C a u brambor určených pro zpracování na výrobky na 8 až 10 °C [14]. Nízká teplota snižuje ztráty cukrů a vitamínu C dýcháním a zabraňuje vysychání a klíčení hlíz. Pokud hlízy namrzou, zvýší se obsah cukru, a pokud se cukr neprodýchá, jsou hlízy nasládlé [6].

- **období klidu hlíz**, při kterém se udržuje vhodná teplota pro určené použití a využívá přirozené dormance (klidové období). Brambory, jež je nutno skladovat za vyšších teplot, tj. ty, které jsou určené pro výrobu výrobků, se ošetřují retardačními přípravky (přípravky omezující klíčení) [7].

Před vyskladněním brambor, tj. před jejich tržní úpravou, je nutno z důvodu omezení mechanického poškození hlíz zvýšit teplotu asi na 10 °C. To je významné u sadby z hlediska probuzení hlíz, u konzumu vede ke snížení nahromaděných redukujících cukrů (rekondicionace) [17].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOR

Hlízy jsou jediným využitelným orgánem bramborového trsu [6]. Obsah jednotlivých složek bramborové hlízy není veličinou stálou, ale mění se podle odrůdy, agrotechniky, klimatických podmínek, stupně vývoje a způsobu uskladnění [31].

Bramborová hlíza obsahuje velký podíl vody, proto je citlivá k houbovým chorobám během skladování a tím se může lehce kazit [6]. Voda zaujímá v bramborové hlíze největší podíl (zhruba 76 % hmotnosti) a plní v rostlině významné metabolické funkce [32]. K rozhodujícím patří obsah sušiny (v průměru kolem 24 %), který ovlivňuje kvalitu produktu a ekonomickou rentabilitu zpracování. U brambor určených k přímé spotřebě je vyšší obsah sušiny charakteristický pro varný typ C (tj. moučnatější odrůdy). U odrůd určených pro zpracování na potravinářské výrobky a na výrobu škrobu (líhu) je relativně vysoký obsah sušiny podmínkou. Základní složkou sušiny je škrob, který je v hlíze uložen ve formě škrobových zrn [7]. Jeho obsah se pohybuje obvykle mezi 13 až 24 % [8]. Bramborový škrob je po uvaření dobře stravitelný, a proto mají bramborové hlízy vysokou sytící schopnost [6].

Kromě škrobu bramborové hlízy obsahují další polysacharidy – vlákninu, hemicelulózy, pektiny, hexózy a pentózy [8]. Množství vlákniny se pohybuje průměrně kolem 1 % [31]. Podíl pektinových látek v čerstvé hmotě činí 0,2 – 0,4 %. Cukry ve vyzrálých a dobře skladovaných hlízách se nacházejí v malém množství, kolem 0,5 % [32].

Dusíkaté látky, kterých obsahují brambory v průměru 2 %, jsou pro výživu lidí i zvířat velmi důležité. Z veškerého dusíku v hlíze připadá přibližně 1/2 až 1/3 na bílkoviny, zbytek na amidy a volné aminokyseliny [31]. Dále jsou přítomné bazické dusíkaté sloučeniny, purinové deriváty adeninu, glykolderiváty cholinu, rovněž steroidalkaloid solanidin. Bramborová bílkovina je tvořena převážně globuliny (tuberin) a patří mezi nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu vůbec [7].

Významnou složkou dusíkatého komplexu tvoří dusičnany. Množství dusičnanů je stanoveno jako dusičnanový anion NO_3^- . Podle Zákona č. 456/2004 Sb. o potravinách, je nejvyšší přípustné množství dusičnanů u raných brambor (do 15. 7.) 500 mg.kg^{-1} původní hmoty a po tomto datu pouze 300 mg.kg^{-1} [8].

V původní hmotě hlíz je obsaženo 0,1 % tuku [8]. Obsah tuků je poměrně stálý, převládají v něm nenasycené mastné kyseliny – linolová, linolenová, palmitová, stearová, které přispívají k chuti bramborových hlíz [6].

Minerální látky jsou obsaženy v hlíze v průměru 1 %. Jejich biologický význam spočívá v převaze složek zásaditých (K, Na, Ca, Mg) oproti složkám kyselým (P, S, Cl, Si), čímž přispívají k vyrovnání acidobazické rovnováhy lidského organismu [32].

V bramborové hlíze existuje dále řada látek, které doplňují nutriční hodnotu brambor. Podílejí se především na chuti a vůni hlíz [7]. K nim patří zejména organické kyseliny, z nichž nejvýznamnější je kyselina citrónová s obsahem do 1 % v původní hmotě. Hnědnutí a tmavnutí hlíz způsobují fenolové sloučeniny. Obsažená barviva (karotenoidy) se uplatňují v zabarvení slupky a dužniny. Většina aromatických látek vzniká teprve při zahřívání brambor. Jedná se zejména o alkoholy, aldehydy a ketony. Významnou součástí bramborových hlíz jsou vitamíny. Nejvýznamnější jsou vitamín C a vitamíny skupiny B. V průběhu vegetace a skladování se obsah vitamínu C v hlízách mění [8].

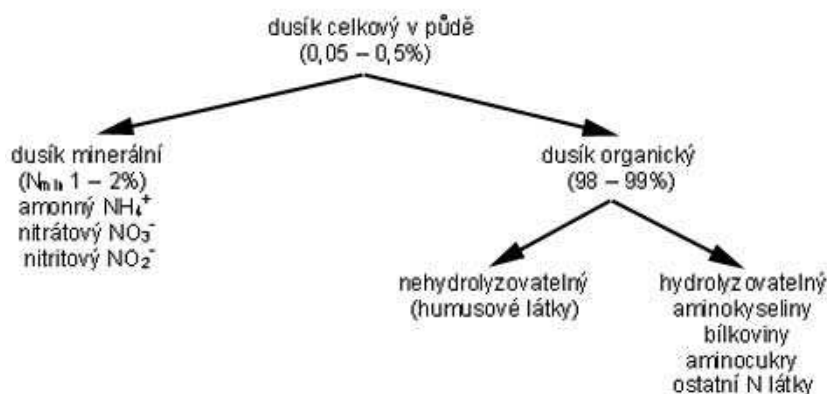
Nativní složkou jsou glykoalkaloidy, tj. deriváty alkaloidů s cukernou složkou [6]. V praxi označujeme všechny glykoalkaloidy jako solanin [8]. Obsah solaninu se pohybuje v bramborech od 0,002 do 0,01 %, u nezralých brambor kolem 0,06 % [33]. U brambor se vyskytují především α – solanin a α – chaconin, v menší míře i jejich β - a γ - formy. Glykoalkaloidy jsou obsaženy hlavně v květech, plodech, slupce a klíčcích. Koncentrace přes 20 mg/100 g čerstvé hmoty je považována za toxickou nejen pro člověka, ale i pro zvířata. Zvyšuje se zelenáním, poraněním a klíčením hlíz. Je nižší pokud se nepřehnojuje dusíkem [6]. Průměrný obsah živin v bramborových hlízách udává tabulka I.

Tabulka I. Průměrný obsah živin v bramborových hlízách [5]

Prvek	% v sušině
Dusík	1,30
Fosfor	0,30
Draslík	1,10
Vápník	0,05
Hořčík	0,10
Železo	3,00
Mangan	0,60
Zinek	2,50
Měď	1,00

3 DUSÍK V ROSTLINÁCH

Dusík je významným prvkem pro všechny živé organismy včetně rostlin a půdního prostředí. Celkový obsah dusíku v půdách je velmi rozdílný a kolísá nejčastěji od 0,05 - 0,5 %. 98 až 99 % veškerého N v ornici je přítomno ve formě organické, zbytek ve formě minerální. Formy dusíku v půdě jsou znázorněny na obr. 8.



Obr. 8: Formy dusíku v půdě [15]

Organické dusíkaté látky hydrolyzovatelné jsou v půdě mineralizovány až na amoniak. Rovněž rostlinná a živočišná bílkovinná látka je pod vlivem proteolytických enzymů vylučovaných různými skupinami mikroorganismů aerobního a anaerobního charakteru přeměňovaná postupně přes polypeptidy na peptidy, aminokyseliny a působením deamináz až na NH_3 . Amoniakální dusík se v půdě nachází v různých formách (NH_4^+ , NH_3) [15].

Dusík je velmi důležitou složkou chlorofylu, a tím se podílí na fotosyntéze. Je součástí všech aminokyselin, ze kterých je sestavena molekula bílkoviny. Je součástí purinových a pyrimidinových bází v nukleových kyselinách, které se zúčastňují nejen předávání genetických informací, ale i vlastní syntézy bílkovin. Dusík je součástí enzymů a vitamínů, které významně zasahují do metabolismu rostlin [34].

Prvotním zdrojem půdního dusíku je atmosféra obsahující 78 % objemových převážně ve formě elementárního plynného dusíku (N_2) [28]. Tento dusík je však relativně chemicky inertní a většina organismů jej nedovede využít. Musí přijímat dusík ve vázané formě, např. jako iont NO_3^- , NH_4^+ nebo v ještě složitějších sloučeninách, jako jsou aminokyseliny. Složitý koloběh dusíku v přírodě zachycuje schéma na obr. 9 [35]. Vedle toho je součástí atmosféry i řada oxidů dusíku (NO_x) a v malé míře také dusík čpavkový.

Plynný N_2 i když se nachází v atmosféře i v půdním vzduchu, není bez předchozí ionizace přijatelný. Jednou z možností je elektrický výboj při bouřce, kdy se oxiduje N_2 na NO_x , případně až na kyselinu dusičnou [28].

Největší množství atmosférického dusíku však vstupuje do biosféry biologickou fixací, spočívající v redukci N_2 na NH_4^+ , která je dalším významným zdrojem dusíku [28, 36]. Realizují ji půdní mikroorganismy, které mají rozhodující postavení v koloběhu dusíku [36]. Vlastní redukce vzdušného dusíku vyžaduje značné množství energie [28].

Molekulový atmosférický dusík dovedou využívat jen některé rostliny, a to díky symbióze s hlízkovými bakteriemi rodu *Rhizobium*, které jsou usídlené v kořenových hlízkách. Symbiotická fixace dusíku využívá energii získanou fotosyntézou u rostlin k přeměně N_2 na NH_3 . Příkladem takovýchto rostlin jsou vřesovité rostliny, jako hrách, fazole, jetel, vojtěška a sojové boby.

Při výživě rostlin vysokými dávkami dusíku dochází v půdě činností nitrifikačních bakterií k jejich přeměně na nitráty. Nitrát je dalším důležitým zdrojem dusíku pro výživu rostlin. Dříve než může být nitrát metabolizován, je třeba jej redukovat na NH_3 . Tento proces zvaný redukce nitrátů sestává ze dvou etap. Enzymy, které se účastní tohoto procesu jsou nitrátoreduktáza a nitritoreduktáza. Nitrátoreduktáza katalyzuje první stadium redukce, a tím je přeměna NO_3^- na dusitanový aniont NO_2^- . Tato reakce probíhá v cytoplazmě. Další redukce NO_2^- na NH_3 probíhá v chloroplastech a je zajišťována působením enzymu nitritoreduktázy [15].

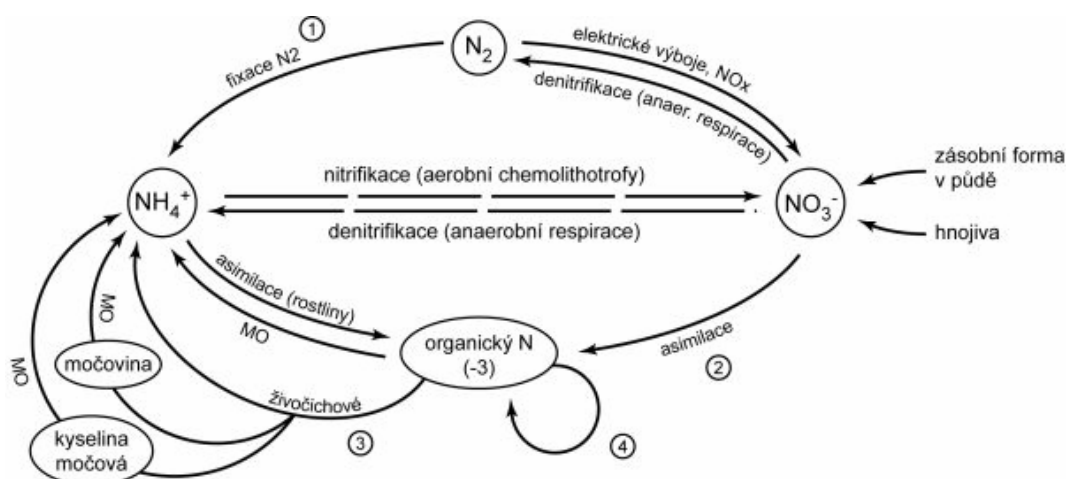
Prakticky rostlina přijímá dusík ze dvou forem a to jako NO_3^- a NH_4^+ ionty. Kromě toho rostliny mohou v omezené míře přijímat i některé dusíkaté organické látky, např. močovinu, aminokyseliny aj. [15]. Procesy, kterými rostliny konvertují anorganický dusík na organické sloučeniny, jsou velmi důležité, neboť živočišný organismus je závislý na dietetickém zdroji N z rostlin a mikroorganismů. Přijatý dusík je v rostlinách zabudován do uhlíkatých sloučenin v aminoskupinách za vzniku aminokyselin [28].

Půdní nitráty jsou hlavní formou dusíku přijímaného rostlinami [35]. Po vstupu do rostliny je NO_3^- redukován na NH_4^+ buď ihned v kořenech nebo až v listech [19]. Vytvořený amoniak je vázán na oxokyseliny za vzniku aminokyselin (glutamová, glutamin) [28]. Živočiškové využívají jako zdroj dusíku bílkoviny rostlin a jiných živočichů, které přijímají jako potravu. Vylučují NH_4^+ a močovinu jako hlavní odpad metabolismu dusíkatých lá-

tek a jako rozkladné produkty svých těl po smrti a vracejí tak dusík zpět do půdy. Tam jsou tyto odpadní a rozkladné produkty opět oxidovány nitrifikačními bakteriemi na NO_2^- a NO_3^- , které jsou využity rostlinami [35]. Příjem nitrátů kořeny rostlin a jeho následná redukce a asimilace představují hlavní způsob, jímž je anorganický dusík přeměňován na organický. Sekvence mikrobiální činnosti může také zajišťovat procesy denitrifikace, při nichž nitrát přechází na nitrit a ten dále na plynný oxid dusný a posléze na molekulární dusík [19].

Enzym glutaminsyntetáza (GS) vyvolává reakci, při níž glutamát funguje jako akceptor NH_3 za vzniku glutaminu. Reakce je endotermní a vyžaduje ATP a Mg^{2+} . ATP je dodáván fotosyntetickou fosforylací. Přítomnost glutaminsyntetázy v chloroplastech zaručuje, že amoniak vzniklý po redukcí nitrátu může být utilizován. Kumulace nitrátů představuje v rostlině rozdíl mezi příjmem a jeho redukcí. Určité rostliny se vyznačují velkým příjmem nitrátů a neefektivní redukční schopností. Tyto rostliny mají tendenci kumulovat nitráty a řadíme k nim: špenát, celer, zeleninovou řepu, ředkvičku, rychlený salát aj. [15].

Močovina může být přijímána rostlinami po jejím předchozím rozkladu v půdě ureázou nebo ve formě celých molekul. V přirozených půdních podmínkách je močovina přijímána rostlinami po jejím rozkladu na NH_4^+ nebo dále po mikrobiální přeměně na NO_3^- [28].



Obr. 9: Koloběh dusíku v přírodě [37]

4 MANGAN V ROSTLINÁCH

Pochopení důležitosti některých mikroelementů pro normální růst a vývoj rostlin vzniklo až v tomto století. V současné době je pouze u desítky mikroelementů známo, že jsou životně nezbytné pro všechny rostliny a u některých dalších bylo prokázáno, že jsou nepostradatelné pro malý počet rostlinných druhů. U ostatních je známo, že vykazují stimulační vliv na růst rostlin, ale jejich funkce zatím nebyly objasněny. Charakteristickou zvláštností fyziologie těchto prvků je, že na jedné straně jsou nenahraditelné z hlediska nároků rostlin, ale při vysokých koncentracích mohou vykazovat toxický vliv na buňku a ovlivňovat kvalitu rostlinných produktů. Tabulka II. udává rozdělení živin podle fyziologických a biochemických vlastností [15].

Tabulka II: Rozdělení živin podle fyziologických a biochemických vlastností.

Skupina	Živina	Příjem	Biochemické funkce v rostlině
1	C, H, O, N, S	ve formách CO_2 , HCO_3^- H_2O , O_2 , NO_3^- , NH_4^+ SO_4^{2-} , SO_2	- hlavní složky organ. látek - základní prvky enzymatických procesů - zúčastňuje se oxidačně redukčních reakcí
2	P, B, Si	ve formách fosfátů, kys. borité, borátů, silikátů	- esterifikace nativních alkoholových skupin - fosfátové estery se zúčastňují přenosu energie
3	K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	v iontových formách z půdního roztoku	- vyznačují se nesespecifickými funkcemi, které řídí osmotický potenciál - specifikují činnost enzymových proteinů - aktivují enzymy - vyrovnávají nedifúzní a difúzní anionty
4	Fe, Cu, Zn, Mo	ve formách iontů nebo chelátů z půdních roztoků	- převládají v chelátových formách inkorporovaných do prostetických skupin - umožňují elektronový transport se změnami valence

Obsah manganu v rostlinách kolísá od 0,001 - 0,01 % sušiny u různých druhů i v různých orgánech jedné a téže rostliny. Nejbohatší jsou obaly semen a plodů, zárodky semen a zelené listy [15]. Rostlina ho přijímá ve formě iontu Mn^{2+} nebo jako Mn-chelát. Příjem manganu je v rostlině řízen metabolicky a je ovlivňován Ca, Mg, Zn, Fe [28]. Antagonisticky působí vápník, hořčík, NH_4^+ aj., synergický vliv se projevuje u nitrátů [15].

Funkce manganu je spojena s fotosyntézou. Spolu s hořčíkem a vápníkem podmiňuje spojení ribozomálních subjednotek a tvorbu bílkovin. Mangan má vliv na příjem těžkých kovů a je nezbytný při redukci nitrátů [34]. V biochemických funkcích je podobný hořčíku, aktivuje některé enzymy, kde může právě hořčík nahrazovat. Mangan hraje důležitou úlohu při oxidaci IAA (indolyloctové kyseliny) [28].

Pohyblivost manganu v rostlině je velmi nízká, pohybuje se zřejmě v chelátové vazbě. Jako transportéry slouží látky peptidického charakteru, které mohou být shodné pro několik kovů [15].

Mn je dále nezbytný pro redukci NO_2^- z NO_3^- . Při deficienci a toxicitě Mn se může zvyšovat obsah NO_3^- v rostlinách jako důsledek poruch nitrátoreduktázového systému. Nejcitlivějšími organelami na nedostatek manganu jsou chloroplasty [28].

Rostliny odčerpávají v průměru 500 - 1000 g $Mn \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. K odstranění deficiencie se používá $MnSO_4$ nebo vhodnější je chelát manganu (přípravek Mn-EDTA) [15].

Obsah veškerého manganu v půdě kolísá v rozmezí 0,01 - 0,29 % [15]. Průměrný obsah manganu v půdách kolísá v závislosti na půdním typu [34]. Vrchní vrstva půdy v důsledku biologické akumulace obsahuje více manganu než půdotvorný substrát. Maximální obsah manganu se vyskytuje v půdách na vyvěřelinách a sedimentech. Značný podíl se nachází v křemičitanech. V písčitých půdách obsah klesá až na pouhé stopy. Sloučeniny vyskytující se v půdě obsahují mangan ve formě Mn^{2+} , Mn^{3+} a Mn^{4+} . Dále je to ve formě různých amorfních nebo krystalických bezvodých nebo hydratovaných oxidů - MnO_2 , $MnO_2 \cdot nH_2O$, Mn_2O_3 , $Mn_2O_3 \cdot H_2O$, $Mn(OH)_2$. Přijatelnost Mn z těchto sloučenin je závislá na jejich rozpustnosti, půdní reakci a redoxpotenciálu půdy [15].

V organické formě je mangan v půdě v malém množství v rostlinných zbytcích, popřípadě v organických hnojivech a stává se přijatelným až po jejich mineralizaci. Trojmocný a čtyřmocný mangan musí být nejprve redukován na Mn^{2+} . S nedostatkem přístupného manganu se setkáváme na půdách s vysokým pH a bohatých na organickou hmotu [30].

Rostliny přijímají mangan především vodorozpustný a výměnný. Výměnný mangan, pevně vázaný na minerálních a organických koloidech, tvoří podíl přístupný pro rostliny a jeho obsah kolísá v širokém rozmezí. Vodorozpustná část manganu v půdě je tvořena zejména solemi dvojmocného manganu (chloridy, sírany, dusičnany), z nichž je tento prvek bezprostředně přijatelný. Koncentrace vodorozpustných forem manganu v půdním roztoku závisí také na množství a podmínkách pro rozpouštění $Mn(OH)_2$. V kyselém prostředí se rozpustnost některých solí manganu podstatně zvyšuje.

Obsah přístupného manganu v půdách ČR kolísá od 1 do 235 mg.kg^{-1} . Přitom 93,4 % půdy vykazuje střední obsah (10 - $100 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$), 4,4 % nízký a 2,2 % vysoký [15].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hnojení patří stále ještě k nejdůležitějším opatřením působícím jak na výnos, tak na kvalitu brambor. Pro růst a tvorbu výnosu je obzvláště důležitý dusík. Dusík zasahuje do metabolismu v souvislosti s rostlinnými enzymy, vitamíny i dalšími biokatalickými látkami. Jeho nadbytek nebo nedostatek vede ke škodlivým efektům, které se projeví nejen na výnosu, ale i na jeho kvalitě.

Součástí každého hnojiva jsou dnes i mikroelementy, které jsou nezbytné pro růst a vývoj rostlin. Jedním z těchto prvků je mangan. Mangan se vyskytuje jako součást a aktivátor řady enzymů, čímž ovlivňuje kvalitu rostlinné produkce. V přírodě se mangan vyskytuje spolu se železem a má obdobné vlastnosti jako železo. Má vliv na příjem těžkých kovů a je nezbytný pro redukci nitrátů v rostlině.

Ve své práci jsem se zaměřila na vliv těchto dvou prvků (dusíku a manganu) na základní chemické parametry bramborových hlíz.

Konkrétní cíle práce byly následující:

1. V literární rešerži zpracovat současné poznatky o chemickém složení bramborových hlíz, o významu dusíku a manganu v rostlinách, dále se zaměřit na technologický postup pěstování brambor, hnojení dusíkem a mikroelementy a jejich vliv na bramborovou rostlinu.
2. Založit vegetační pokus s rostlinami brambor. Do pokusu zařadit varianty se stupňovanými dávkami dusíku a manganu.
3. U vypěstovaných brambor provést chemické analýzy na základní jakostní ukazatele.
4. Získané výsledky statisticky vyhodnotit a srovnat se závěry podobných experimentů, které byly prováděny ve světě v posledních 20 letech. Na základě zjištěných údajů navrhnout nejvhodnější způsoby pěstování a potravinářského zpracování brambor.

6 METODIKA PRÁCE

Cílem práce bylo sledovat vliv stupňovaných dávek dusíku a manganu v půdě na jakostní ukazatele bramborových hlíz.

Experimenty byly řešeny formou nádobového pokusu. Plastové nádoby byly umístěny v kryté vegetační hale na pokusném pracovišti Ústavu potravinářského inženýrství a chemie FT UTB ve Valašských Kloboukách.

Do každé nádoby bylo navažováno přesně 10 kg zeminy. Její agrochemická charakteristika je uvedena v tabulce III.

Tabulka III. Agrochemická charakteristika použité zeminy

pH půdy a průměrný obsah hlavních živin ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)				
pH	fosfor	draslík	vápník	hořčík
6,80	33	122	2411	186
průměrný obsah mikroelementů ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)				
mangan	měď	zinek	molybden	železo
514,23	14,52	17,44	2,55	4634

Obsah makroprvků v půdě byl stanovován metodou podle Melicha III. Obsah mikroprvků v půdě byl stanovován metodou AAS ve výluhu zeminy v $c(\text{HNO}_3) = 2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ [22]. pH půdy bylo stanovováno v $c(\text{KCl}) = 1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ [38].

Před výsadbou brambor byla provedena aplikace živin do vegetačních nádob, a to:

- 400 mg N ve formě síranu amonného u nádob s manganem
- 380 mg P_2O_5 ve formě trojitého superfosfátu
- 520 mg K_2O ve formě síranu draselného

Výsadba brambor byla provedena 20. 4. 2006 po jedné hlíze na nádobu do hloubky 8 cm. Jako indikační plodina byly použity velmi rané brambory odrůdy KOMTESA. Každá

varianta byla 6x opakována. Do pokusu byly zařazeny varianty se stupňovanými dávkami dusíku a manganu podle následujícího schématu:

Tabulka IV. Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a manganu do půdy v mg.kg^{-1} zeminy.

Číslo varianty	použitý přídavek do půdy
1	KONTROLA
2	20 mg N.kg^{-1}
3	40 mg N.kg^{-1}
4	80 mg N.kg^{-1}
5	500 mg Mn.kg^{-1}
6	2000 mg Mn.kg^{-1}

Stupňované dávky manganu vycházely z limitních obsahů v půdách [39].

Aplikace stupňovaných dávek dusíku a manganu byla provedena 14 dní před výsadbou brambor, a to u dusíku ve formě dusičnanu amonného a u manganu ve formě síranu manganatého, který byl rozpuštěn v destilované vodě.

V průběhu vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin. Proti plísni bramborové byly rostliny ošetřeny postřiky podle metodik a signalizace ÚKZÚZ. Dále byla prováděna pravidelná závlhka, kypření, přihnutí zeminy k rostlinám a likvidace plevelů. Bramborové hlízy byly sklizeny po 90 dnech vegetace, kdy jsou v konzumní zralosti [40].

Po důkladném očištění byly hlízy spočítány a zváženy. Po následném oloupaní byly provedeny chemické analýzy dužniny bramborových hlíz z jednotlivých variant a konkrétně byly stanoveny tyto jakostní ukazatele:

1. sušina – vysušením při 105 °C do konstantní hmotnosti,
2. škrob – metodou podle Ewerse [41],
3. hrubá bílkovina – byla stanovena jako celkový dusík metodou podle Kjeldahla a přepočtena koeficientem 6,25 [42],

4. fosfor – pro stanovení P byla provedena mineralizace sušiny bramborových hlíz ve směsi koncentrované kyseliny sírové a 30% peroxidu vodíku. Obsah fosforu v mineralizátu byl proměřen kolorimetricky pomocí vanadičnanové metody [22],
5. obsah manganu – pro účely měření zmíněného kovu byla provedena mikrovlnná mineralizace. Obsah kovu v mineralizátu byl proměřen metodou AAS,
6. obsah aminokyselin – hydrolyza vzorků pro stanovení aminokyselin byla provedena pomocí $c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol.dm}^{-3}$. Aminokyseliny methionin a cystein byly stanoveny pomocí oxidativně kyselá hydrolyzy ve směsi 85% kyseliny mravenčí a 30% peroxidu vodíku. Chromatografická analýza hydrolyzátu byla provedena na přístroji AAA 400 (INGOS Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů s ninhydrinovou detekcí [43]. Obsah aminokyselin byl vyjádřen a mezi variantami porovnán standardní hodnotou – v gramech aminokyseliny na 16 g dusíku [44].

Výsledky chemických analýz byly zpracovány statisticky metodou analýzy variance (ANOVA). Pro vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit Tukayův test při 5% hladině významnosti [45].

7 VÝSLEDKY

7.1 Výnosové parametry

Průměrná hmotnost bramborových hlíz a jejich průměrný počet v jednotlivých variantách jsou uvedeny v tabulce v přílohové části (Tab. P. I.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. I., Graf P. II.).

Stupňované dávky dusíku měly vliv na průměrnou hmotnost bramborových hlíz. Byly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými variantami, statistická průkaznost se však neprokázala. Stupňované dávky dusíku se nejprve projevily poklesem průměrné hmotnosti bramborových hlíz ve srovnání s kontrolní variantou (o 25 %). Při vyšší dávce dusíku (40 mg N.kg^{-1}) už byl výnos oproti kontrolní variantě o 20 % vyšší. Velmi vysoké množství dusíku v půdě – v našem případě varianta s 80 mg N.kg^{-1} byl zaznamenán vůbec nejnižší obsah průměrné hmotnosti bramborových hlíz. Konkrétně to bylo 163 g, zatímco u kontrolní varianty 298,05 g (tj. snížení o 45 %).

Stupňované dávky dusíku měly vliv nejen na výnos, ale i na průměrný počet hlíz připadající na jednu rostlinu. Došlo-li u varianty s dávkou dusíku 20 mg N.kg^{-1} zeminy ke snížení výnosu, snížil se také průměrný počet hlíz (Tab. P. I.). U kontrolní varianty byl zjištěn průměrný počet hlíz 8,4 ks na nádobu, u varianty s nejnižší dávkou dusíku to bylo 7,33. Se zvyšující dávkou dusíku byl sice zaznamenán vyšší výnos, avšak průměrný počet hlíz dosáhl přibližně stejných hodnot jako u varianty kontrolní. U varianty s nejvyšší dávkou dusíku došlo k významnému poklesu nejen u výnosu, ale i u průměrného počtu hlíz oproti kontrolní variantě. Průměrný počet hlíz zde byl zjištěn 4,33 ks, což bylo téměř 2x méně než u kontroly.

Se stupňovanými dávkami manganu došlo k výraznému snížení výnosu, statistická průkaznost však nebyla ve srovnání s kontrolní variantou prokázána. U varianty s přídatkem $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy byla zjištěna nejnižší hmotnost, a to v průměru 165,98 g, což činilo asi o 44 % méně než ve srovnání s kontrolní variantou. Přídatek $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy zvýšil sice výnos oproti dávce $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ v průměru na 201,30 g, avšak i tato hodnota je ve srovnání s kontrolní variantou výrazně nižší (o 33 %). V obou případech došlo i k výraznému snížení průměrného počtu hlíz, a to až dvojnásobně oproti kontrole. Při srovnání průměrného počtu hlíz mezi oběma variantami a kontrolní variantou se projevila statistická průkaznost.

7.2 Obsah sušiny v bramborových hlízách

Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. II.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. III.).

Po statistickém vyhodnocení nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Stupňované dávky dusíku neměly výrazný vliv na obsah sušiny. Průměrný obsah sušiny byl u nich naměřen na úrovni 23,34 hmot. %. Přitom rozdíly mezi jednotlivými variantami s přidavkem dusíku byly ve vztahu k množství sušiny zcela zanedbatelné, stejně tak ve srovnání s kontrolní variantou, kde byl průměrný obsah sušiny 23,27 hmot. %.

Vyšší obsah sušiny byl zaznamenán pouze u varianty, kde bylo použito přidavku manganu do půdy, a to 2000 mg Mn.kg⁻¹ zeminy (Tab. P. II.). U této dávky se obsah sušiny zvýšil na 25,82 hmot. %, což je v porovnání s kontrolní variantou o 11 % více. Statistická průkaznost se však projevila pouze při srovnání obsahu průměrné sušiny mezi variantami s přihnojením manganem, při srovnání s kontrolní variantou tato průkaznost nebyla prokázána.

7.3 Obsah škrobu v bramborových hlízách

Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. III.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. IV.).

Stupňované dávky dusíku se na obsahu škrobu projevíly ve srovnání s variantami, kde byl použit mangan méně výrazně. U kontrolní varianty byl průměrný obsah škrobu v čerstvé hmotě naměřen na úrovni 14,35 hmot. %. Dávka 20 mg N.kg⁻¹ zeminy se projevíla zvýšením průměrného obsahu škrobu na 15,87 hmot. %, tj. přibližně o 11 % ve srovnání s kontrolní variantou. Další zvyšování dávky dusíku (40 mg N.kg⁻¹) způsobilo nevýrazné snížení průměrného obsahu škrobu oproti variantě s 20 mg N.kg⁻¹. Další zvyšování obsahu dusíku v půdě vedlo k dalšímu snižování obsahu škrobu (obsah škrobu v čerstvé hmotě bramborových hlíz u varianty s 80 mg N.kg⁻¹ zeminy byl 14,11 hmot. %).

Zvyšující se obsah manganu v půdě se projevil zvýšením obsahu škrobu v bramborových hlízách především u varianty s 2000 mg Mn.kg⁻¹, při této dávce byl namě-

řen obsah škrobu v čerstvé hmotě 18,09 hmot. %, což je ve srovnání s kontrolní variantou o 26 % více.

Při srovnání průměrného obsahu škrobu v bramborových hlízách mezi jednotlivými variantami s přihnojením dusíkem a manganem nebyla zjištěna statistická průkaznost. Tato průkaznost se neprojevila ani při porovnání s kontrolní variantou.

7.4 Obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách

Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. IV.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. V.).

Pro vyjádření obsahu hrubé bílkoviny v g.kg^{-1} čerstvé hmoty bramborových hlíz byla provedena chemická analýza na obsah dusíku (v % sušiny). Obsah dusíku je uveden v tabulce (Tab. P. V.). Obsah hrubé bílkoviny v rostlinném materiálu byl stanoven vynásobením zjištěného množství dusíku koeficientem 6,25 (viz. citace v kapitole 6 Metodika).

V kontrolní variantě bylo v čerstvé hmotě bramborových hlíz obsaženo 16,61 g hrubých bílkovin. Stupňované dávky dusíku v půdě způsobily snížení obsahu hrubé bílkoviny, a to u varianty 20 mg N.kg^{-1} zeminy. U varianty se 40 mg N.kg^{-1} zeminy naopak došlo ke zvýšení obsahu hrubých bílkovin ve srovnání s kontrolní variantou, a to na 20,34 g (o 22 %). Uvedené skutečnosti se mezi zmíněnými variantami prokázaly i statistickým testováním.

K velmi zajímavému výsledku vedl chemický rozbor bramborových hlíz, které byly vypěstovány na půdě s přihnojením dusíkem na úrovni 80 mg N.kg^{-1} zeminy. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě se zvýšil na 27,37 g, což je oproti kontrolní variantě o 65 % více. Toto zvýšení bylo statisticky průkazné oproti všem variantám – dokonce i ve srovnání s variantou kontrolní.

Stupňované dávky manganu v půdě způsobily výrazné zvýšení obsahu hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě, a to u varianty $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy. Při tomto obsahu manganu v půdě se obsah hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě zvýšil až na 27,17 g, což je ve srovnání s kontrolní variantou o 64 % více. Tato skutečnost se prokázala i statistickým testováním. Další zvyšování obsahu manganu v půdě mělo za následek snížení obsahu hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě oproti předchozí variantě s manganem, a to na hodnotu 25,38 g. Ve srovnání s kontrolní variantou byla tato hodnota statisticky průkazně vyšší (o 53 %).

7.5 Obsah fosforu v bramborových hlízách

Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. VI.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. VI.).

V kontrolní variantě bylo obsaženo 0,52 % fosforu v sušině. Zvyšující se dávky dusíku způsobily snížení obsahu fosforu, a to u varianty s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy. U varianty s 40 mg N.kg⁻¹ zeminy se obsah fosforu rovnal obsahu naměřenému v kontrolní variantě. Nejvyšší dávka dusíku (80 mg N.kg⁻¹ zeminy) došlo k nepatrnému zvýšení obsahu fosforu v sušině, a to na 0,54 %. Uvedené skutečnosti se statistickým testováním neprokázaly.

Se stupňovanými dávkami manganu došlo nejprve ke statisticky průkaznému zvýšení obsahu fosforu v sušině oproti kontrole, a to na 0,57 %. Varianta s nejvyšší dávkou manganu naopak způsobila snížení obsahu fosforu na 0,47 % v sušině oproti kontrolní variantě, což bylo také statisticky významné.

7.6 Obsah manganu v bramborových hlízách

Průměrný obsah manganu v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. VII.). Pro přehlednost jsou výsledky znázorněny také v grafu (Graf P. VII.).

Obsah manganu byl sledován pouze u variant, kde bylo tohoto prvku použito ke hnojení brambor. Pro srovnání byl proveden chemický rozbor na obsah manganu u hlíz z kontrolní varianty.

Stupňované dávky manganu v půdě se statisticky významně projeví na zvyšování jeho množství v čerstvé hmotě bramborových hlíz. Zatímco u varianty se 500 mg Mn.kg⁻¹ zeminy bylo toto zvýšení statisticky neprůkazné, u varianty s 2000 mg Mn.kg⁻¹ byl vyšší obsah manganu v hlízách ve srovnání s kontrolní variantou statisticky prokázán. Mezi variantami se 500 mg Mn.kg⁻¹ a s 2000 mg Mn.kg⁻¹ zeminy byl rozdíl také statisticky významný.

Statistickým testováním bylo zjištěno, že u hlíz z varianty, kde bylo použito přídatku 2000 mg Mn.kg⁻¹ zeminy, bylo obsaženo v čerstvé hmotě průkazně nejvíce manganu ve srovnání se všemi ostatními variantami – obsah manganu u této varianty byl 34x větší než

ve srovnání s kontrolní variantou a při porovnání s variantou 500 mg Mn.kg⁻¹ zeminy to bylo asi 10x více (viz. Tab. P. VII.).

7.7 Obsah aminokyselin v bramborových hlízách

Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulce (Tab. P. VIII.). Rozdíly v obsahu jednotlivých aminokyselin mezi variantami jsou znázorněny v grafech (Graf P. VIII. až Graf P. XXV.). Pro ucelenost výsledků byl obsah aminokyselin vyjádřen a mezi variantami porovnán po přepočtení na g aminokyseliny v 16 g dusíku. Toto vyjádření je uvedeno v tabulce (Tab. P. IX. – viz. příloha).

Obsah aminokyselin byl sledován u variant, kde byl použit ke hnojení brambor mangan. Pro srovnání byly provedeny chemické analýzy pro stanovení obsahu aminokyseliny u hlíz z kontrolní varianty. Stanovení aminokyselin u variant s dusíkem nebylo prováděno z důvodu časové náročnosti, toto stanovení bude předmětem dalšího výzkumu.

Při porovnání průměrných hodnot obsahu aminokyselin v bramborových hlízách je patrné, že nejvyšší podíl z celkového množství aminokyselin zaujímá kyselina asparagová a kyselina glutamová (Tab. P. VIII. – viz. příloha). Např. u kontrolní varianty bylo obsaženo v hlízách v průměru 2,98 g kyseliny asparagové a 1,66 g kyseliny glutamové v 1 kg čerstvé hmoty. Průměrné obsahy většiny ostatních aminokyselin se pohybovaly v rozmezí 0,51 g.kg⁻¹ (prolin) až 0,94 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty (leucin). Nízký obsah – v kontrolní variantě 0,29 - 0,34 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty - byl zaznamenán u histidinu a u sirných aminokyselin cysteinu a methioninu. Nižší obsah byl také oproti ostatním aminokyselinám v kontrolní variantě zjištěn u tyrosinu, a to 0,40 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty.

Stupňované dávky manganu měly statisticky významný vliv na zvyšování obsahu jednotlivých aminokyselin v čerstvé hmotě bramborových hlíz. Toto zvýšení se projevilo také při porovnání celkového množství aminokyselin mezi jednotlivými variantami. U kontrolní varianty byl naměřen celkový obsah aminokyselin 13,51 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty. U varianty s 500 mg Mn.kg⁻¹ zeminy bylo toto množství 23,29 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty, což je asi o 72 % více oproti kontrole. Varianta s 2000 mg Mn.kg⁻¹, podobně jako při stanovení hrubých bílkovin, způsobila malé snížení obsahu celkového množství aminokyselin oproti předchozí variantě, ale ve srovnání s kontrolní variantou byl tento obsah statisticky významně vyšší (o 61 %).

Při hodnocení vlivu přídavku manganu do půdy na obsah jednotlivých aminokyselin bylo dosaženo následujících výsledků (Graf P. VIII. až Graf P. XXV.).

- 1) Obě dávky manganu ($500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ a $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy) znamenaly statisticky významné zvýšení obsahu všech uvedených aminokyselin (tím i celkového množství aminokyselin) ve srovnání s kontrolní variantou;
- 2) U dávky $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ byla zaznamenána nejvyšší hodnota celkového množství aminokyselin;
- 3) Dávka $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ statisticky průkazně zvýšila obsah kyseliny asparagové a glutamové, a to ve srovnání s variantou kontrolní i s variantou, kde byl použit přídavek manganu do půdy na úrovni $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy;
- 4) K velmi zajímavému statisticky významnému výsledku vedl rozbor hlíz vypěstovaných na půdě s přídavkem manganu na úrovni $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$. Průměrný obsah aminokyseliny prolinu se zde zvýšil na $2,29 \text{ g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty, což je 4,5x více než ve srovnání s kontrolní variantou;
- 5) Dávka $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy se oproti dávce $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ projevila na zvýšení prolinu a alaninu, u aminokyselin glycinu, histidinu a leucinu nedošlo k žádným výrazným změnám v obsahu těchto aminokyselin, naopak ostatní aminokyseliny se ve srovnání s variantou, kde bylo použito nižšího přídavku manganu snížily. Konkrétně se to týkalo těchto aminokyselin: valin, isoleucin, threonin, lysin, fenylalanin, methionin, arginin, cystein, kyselina asparagová, kyselina glutamová, serin a tyrosin.

Pro úplnost výsledků byl průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách přepočten na g aminokyseliny v 16 g dusíku. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tab. P. IX.) a vyjadřují přibližně procentický podíl dané aminokyseliny na celkovém obsahu hrubé bílkoviny.

V kontrolní variantě bylo $85,76 \text{ g}$ celkového množství aminokyselin v 16 g dusíku. Zatímco u varianty, kde bylo použito přídavku $500 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ zeminy se tento obsah zvýšil pouze o 4 % (tj. na $89,19 \text{ g}$ v 16 g dusíku), u varianty s přídavkem $2000 \text{ mg Mn.kg}^{-1}$ se tento obsah výrazně snížil oproti předchozí variantě a dokonce klesl i pod hodnotu získa-

nou z kontrolní varianty (obsah celkového množství aminokyselin byl o 6 % nižší než u kontroly).

Při srovnání kontrolní varianty a varianty s nižším přídatkem manganu (500 mg Mn.kg⁻¹ zeminy) se naopak v 16 g dusíku průkazně snižoval v uvedené variantě s manganem obsah některých aminokyselin. Jednalo se konkrétně o tyto aminokyseliny: valin, leucin, isoleucin, threonin, lysin, fenylalanin, histidin, serin, glycin, alanin a tyrosin. Nejvýraznější bylo toto snížení u glycinu, leucinu a lysinu. Statistická průkaznost se při srovnání s kontrolní variantou neprojevila pouze u valinu, threoninu a fenylalaninu, u ostatních uvedených aminokyselin bylo snižování jejich obsahu u varianty, kde bylo použito přídatku 500 mg Mn.kg⁻¹ zeminy statisticky významné.

U varianty s 2000 mg Mn.kg⁻¹ bylo ve srovnání s kontrolní variantou zaznamenáno významné snížení všech aminokyselin, s výjimkou prolinu, u kterého byla podobně jako v čerstvé hmotě zjištěna nejvyšší hodnota (8,58 g v 16 g dusíku) a s výjimkou kyseliny glutamové, jejíž obsah se u varianty s nejvyšší dávkou manganu nepatrně zvýšil. Uvedené skutečnosti se mezi zmíněnými variantami prokázaly i statistickým testováním.

8 DISKUSE

Význam brambor je dán jejich vysokými produkčními schopnostmi tvorby organické hmoty obsahující látky důležité pro výživu člověka, zvířat a zpracovatelský průmysl.

Pěstování brambor patří k nejsložitějším úsekům zemědělské výroby i potravinářského zpracování. Jde především o organizační pestrost, složitost, a dále značnou citlivost brambor na agrochemické zásahy, mechanické poškození a velký výskyt chorob [16].

Výnos a kvalita hlíz mají při pěstování brambor největší význam. Požadavky kladené v současné době na brambory z hlediska získání vyrovnaných, stabilizovaných výnosů a zároveň dobré kvality jsou dosažitelné pouze na vhodném stanovišti s využitím výkonných odrůd a správně navrženou a aplikovanou, fyziologickému průběhu růstu přizpůsobenou, výživou rostlin. Výživa brambor patří k významným opatřením. Nutno ji chápat jako nedílnou součást komplexu pěstitelských zásahů. Proto je zajištění optimálního obsahu živin v půdě na požadovanou produkci hlíz nezbytným předpokladem efektivního pěstování brambor.

Z hlavních minerálních živin má největší vliv na fyziologické projevy brambor dusík. Rozhodujícím způsobem ovlivňuje zejména výši a stabilitu výnosu i ostatní kvalitativní ukazatele [30]. Mikroelementy mají v rostlinách řadu nezastupitelných funkcí. Na rozdíl od makroelementů, které jsou v rostlinách stavebními prvky, se mikroelementy účastní v procesech regulace jednotlivých fyziologických procesů. Významnou úlohu mají v enzymatických procesech, které přímo aktivují [15]. Jedním z těchto prvků je mangan, jemuž se připisuje významná úloha při fotosyntéze, dýchacích pochodech, tvorbě chlorofylu a při asimilaci dusičnanů [46].

Předložená práce sleduje vliv půdního dusíku a manganu na výnos a chemické složení brambor. Problematika byla řešena formou nádobového pokusu se stupňovanými dávkami dusíku a manganu v půdě. Jako indikační plodina byly použity velmi rané brambory, sklizené v konzumní zralosti. Po zvážení a spočítání hlíz z každé varianty byl stanoven obsah některých chemických látek, které jsou ukazateli jakosti pro bramborové hlízy [47]. Konkrétně byl stanoven obsah sušiny, škrobu a hrubé bílkoviny a fosforu. Dále byl sledován vliv hnojení manganem na ukládání tohoto prvku v hlízách. Nejrozsáhlejší část experimentální činnosti byla věnována hydrolyze vzorků pro stanovení aminokyselin, které byly následně proměřeny pomocí chromatografické analýzy. Výsledky obsahu jednotlivých

aminokyselin byly sledovány a statisticky porovnány mezi kontrolní variantou a variantami se stupňovanými dávkami manganu.

Stupňované dávky dusíku v půdě výrazně snižovaly výnos bramborových hlíz, statistická průkaznost se však neprokázala. Byla však potvrzena skutečnost, že dusík je hlavním prvkem, který ovlivňuje výnos brambor [4]. Většina prací zabývající se vlivem půdního dusíku na výnos brambor uvádí, že velmi vysoké dávky dusíku mohou působit jako stresující faktor [48]. Spolehlivě vysoké výnosy brambor jsou dosahovány při dávkách kolem 40 - 50 kg N.ha⁻¹ [49]. Podobně Lahký (1990) uvádí jako nejvhodnější dávku dusíku pro brambory 60 kg N.ha⁻¹ [50]. Tato hodnota (tj. varianta s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy) se však v této práci projevila jako negativní, neboť při této dávce došlo ke snížení výnosu. Podle Diviše a Bárty (2004) celkový výnos zvyšuje dávka do 120 kg N.ha⁻¹ [51], což koresponduje s dosaženým výsledkem u druhé varianty s dusíkem (tj. 40 mg N.kg⁻¹ zeminy), kdy dosažený výnos byl u této varianty nejvyšší (Tab. P. I). Jako optimální dávku 120 kg N.ha⁻¹ pro brambory uvádí řada našich i zahraničních autorů [54].

V našem pokusu se potvrdilo, že při hnojení dusíkem na úrovni 240 kg N.kg⁻¹ (tj. varianty 80 mg N.kg⁻¹ zeminy) se výnos jednoznačně snižoval, což bylo zapříčiněno nižším počtem hlíz a nižší hmotností. Tento výsledek odpovídá tvrzení Vokála (2003), že za vysoké dávky dusíku, kdy může docházet k negativnímu vlivu na výnos, jsou považovány úrovně hnojení okolo 150 kg N.ha⁻¹ a více [7]. Někteří autoři však uvádějí i dávky vyšší [52]. Např. Belanger (2001) uvádí, že dusík při dávce kolem 250 kg N.kg⁻¹ snižuje hmotnost hlíz [53]. Někteří autoři naopak došli k závěru, že čím větší dávku dusíku máme, tím se výnos zvyšuje [55, 56, 57].

Z výsledků mého pokusu i literární rešerše, kterou jsem provedla, je patrné, že hnojení dusíkem je třeba věnovat zvýšenou pozornost, aby výsledné normativy této živiny aplikované v hnojivech co nejpřesněji kryly deficit dusíku v půdě a nedocházelo na jedné straně k nedostatečné výživě rostlin dusíkem, na druhé straně k přehnojení touto živinou, v obou případech s negativními důsledky na tvorbu výnosu a kvalitu rostlinných produktů. Každopádně při hnojení dusíkem je třeba vycházet z jeho aktuálního obsahu v zemině a z potřeby brambor na tuto živinu. Při standardním výnosu konzumních a průmyslových brambor, který je kolem 30 t.ha⁻¹, je tedy třeba, aby bylo v půdě během vegetace dostupných asi 150 kg dusíku [6]. Určit přesnou dávku dusíku, kdy působí jako stimulátor výnosu

a kdy naopak už výnos inhibuje, je složité a závisí pravděpodobně na souboru dalších faktorů, jako je např. odrůda, ročník, stanoviště apod. [5].

Při sledování výnosových parametrů v závislosti na stupňovaných dávkách manganu se neprojevila statistická významnost. Obě dávky manganu výrazně snížily průměrnou hmotnost hlíz a průměrný počet hlíz ve srovnání s kontrolní variantou (Tab. P. I.). Moje výsledky korespondují s výsledky Vašáka (1979), který ve své diplomové práci uvádí, že zvýšená dávka manganu má negativní vliv na výnos [46]. Naopak ve Výzkumném ústavu bramborářském byla provedena řada pokusů s aplikací mikroelementů i speciálních listových hnojiv. Vokál (2000) uvádí, že výsledky získané v podmínkách střední zásoby všech prvků v půdě svědčí o tom, že foliární aplikace mikroelementů v případě jejich dobrého obsahu výnos hlíz nijak neovlivňuje a je účelná jen v podmínkách nedostatku [13]. Vlivem hnojení manganu na výnos se ve svých pracích zabývala Koubová (2005). Uvádí, že zvýšení výnosu hnojením mikroelementy nelze očekávat. Naopak přehnojení stopovými prvky má zpravidla toxický účinek spojený se snížením výnosu, což se potvrdilo i v mojí práci [58]. Stejných výsledků bylo dosaženo i při hnojení brambor na list, kdy u postřiku s manganem převažovali negativní účinky spojené se snížením výnosů [59]. Někteří autoři naopak uvádějí, že vyšších výnosů lze dosáhnout použitím odrůd, které dobře snášejí toxicitu manganu [60]. Zrůst (2004) poukazuje, že v některých půdách můžeme zaznamenat toxické působení manganu na brambory (snížený výnos), jestliže byly použity dávky MnSO_4 $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, což se potvrdilo i v mojí práci, avšak při vyšších dávkách [61].

S ohledem na problém stanovení se hnojení manganem v současné době uskutečňuje téměř výhradně aplikací na list. Při známém deficitu manganu na daném stanovišti postačí jako preventivní opatření aplikace síranu manganatého v dávce $500 - 1000 \text{ g Mn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Přitom je vhodnější aplikovat více dávek než jednu vysokou dávku [62]. Bylo však zjištěno, že většina půd v ČR je mikroelementy dobře zásobena. U manganu převažují půdy se středním obsahem [15].

Stupňované dávky dusíku a manganu neměly statisticky průkazný vliv na změnu obsahu sušiny bramborových hlíz. Rozdíly v obsahu sušiny mezi stupňovanými dávkami dusíku a kontrolní variantou byly zcela zanedbatelné. Podobně hnojení manganem na úrovni $500 \text{ mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$ zeminy se neprojevilo ve významné změně obsahu sušiny ve srovnání s kontrolní variantou. Pouze přihnojení manganem na úrovni $2000 \text{ mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$ zeminy naopak znamenalo výrazné zvýšení obsahu průměrné sušiny oproti kontrole.

V mojí práci se nepotvrdila skutečnost, kterou uvádí řada autorů jako všeobecně známou, že vlivem vyšších dávek dusíku dochází ke snižování obsahu sušiny bramborových hlíz [6, 23, 63, 64]. O'Beirne a Cassidy (1990) poukazuje na významné snížení sušiny při použití množství dusíku nad $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [65]. Obsah sušiny však závisí především na odrůdě a délce vegetační doby. Diference obsahu sušiny se zvyšující se dávkou dusíku jsou pouze minimální [66]. Ve Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě byl hodnocen vliv dodatkové výživy na výnos a kvalitu produkce brambor. Studovali zde vliv různých hnojiv s obsahem makro- i mikroelementů. V případě sušiny její obsah v roce 2002 zkoušenými hnojivy ovlivněn nebyl [67]. Tong, Rengel a Graham (1997) zjistili v ječmeni, že přídavek manganu do půdy má za následek zvýšení sušiny [68]. Výše obsahu sušiny ovlivňuje kvalitu a rentabilitu zpracování, proto je této hodnotě přiřkládán zvláštní význam [61].

Při výzkumu vlivu rostlinných živin na chemické složení bramborových hlíz je brán jako jeden z hlavních faktorů obsah škrobu, který dále rozhoduje o potravinářském i jiném technologickém využití brambor [3]. Stupňované dávky dusíku použitého v mém pokusu snižovaly obsah škrobu v bramborových hlízách (Tab. P. III), statistická průkaznost se však neprokázala. První dvě varianty (tj. varianty na úrovni 60 kg a $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) se projevíly ve srovnání s kontrolní variantou zvýšením obsahu škrobu, přitom u varianty na úrovni $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ dosáhl nejvyšší hodnoty, což koresponduje s tvrzením, že nejvyšší obsahy škrobu jsou dosahovány u brambor hnojených na úrovni do $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ [50]. Příznivý vliv tohoto přídavku dusíku do půdy uvádějí i další práce [51]. Mnoho autorů poukazuje na negativní vliv vysokých dávek dusíku projevující se snižováním obsahu škrobu [23, 69, 70, 71], což se také projevilo v mém pokusu. Na snižování obsahu škrobu po aplikaci vysokých dávek dusíku upozorňují také další autoři [72, 73]. Při hnojení vysokým množstvím dusíku klesá schopnost tvorby škrobu, ale naopak se zvyšuje obsah redukujících cukrů, které mohou mít negativní účinky projevující se při tepelném zpracování brambor [25]. Škrob není pro velmi rané brambory tak důležitým nutričním ukazatelem jako pro brambory určené pro potravinářské nebo další průmyslové zpracování [52].

Ve své práci jsem se zaměřila také na sledování vlivu stupňovaných dávek manganu na obsah škrobu v bramborových hlízách. I když nebyla zjištěna statistická průkaznost, došlo k výraznému zvýšení obsahu škrobu, a to především u varianty $2000 \text{ mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$ zeminy. Vašák (1979) uvádí ve své práci, že působením manganu na bramborovou rostlinu byl pozorován zvýšený obsah škrobu, což potvrdil i ve svých výsledcích [46]. Škrob se

ukládá v chloroplastech, kde probíhá jeho biosyntéza. Prekurzorem je ADP-glukóza [61]. Jak bylo řečeno dříve, mangan hraje důležitou úlohu při fotosyntéze, aktivuje některé enzymy a v biochemických funkcích je podobný hořčíku a může ho nahrazovat (viz. kapitola 4). Právě hořčík představuje podle Zrůsta (2004) důležitý předpoklad pro tvorbu škrobu [61]. Podle Nody (1996) mají na vlastnosti škrobu v bramborových hlízách významný vliv především rozdíly v jednotlivých kultivarech brambor [74]. Lahký (1990) zjistil, že významnými ukazateli obsahu škrobu jsou půdní a klimatické podmínky [50].

Ve své práci jsem se zabývala také sledováním vlivu stupňovaných dávek dusíku a manganu na obsah fosforu v bramborových hlízách. Fosfor sice nepatří mezi základní ukazatele jakosti brambor [47], ale je významným minerálním prvkem, který zvyšuje nutriční hodnotu brambor [21]. Stupňované dávky dusíku neměly statisticky průkazný vliv na obsah fosforu v sušině bramborových hlíz. Dávka 60 kg N.ha⁻¹ se projevila nejprve snížením obsahu fosforu, u varianty se 120 kg N.ha⁻¹ byl naměřen stejný obsah jako v kontrolní variantě a dávka 240 kg N.ha⁻¹ způsobila nepatrné zvýšení obsahu fosforu v sušině. Richter, Hlušek (1999, cit. z Roháčka) uvádějí hodnotu fosforu v hlízách na úrovni 0,49 % v sušině. Jako vysoce významný vliv na obsah fosforu je podle Roháčka vliv lokality a odrůdy a rozdílné dávky dusíku jednoznačně neovlivňují obsah fosforu v hlízách. Ke stejnému závěru došli i Míča, Vokál (1992, cit. z Roháčka). K opačnému stanovisku se dopracovali Vokál, Čepel, Novotný (1988, cit. z Roháčka), jimž dva roky po sobě (v tříletém pokusu) vyšel vliv stupňovaných dávek dusíku na obsah fosforu v sušině jako vysoce průkazný [75]. A jak bylo uvedeno dříve, hnojení dusíkem vede ke zvyšování dalších prvků, především fosforu [24]. Tato skutečnost se v mojí práci potvrdila pouze u nejvyšší dávky s dusíkem.

Stupňované dávky manganu se projevily nejprve ve zvýšení obsahu P v sušině oproti kontrole. Naopak nejvyšší dávka manganu způsobila snížení obsahu fosforu ve srovnání s kontrolou, což bylo také statisticky významné. Petřica a Kroulíková (1974) zjistili, že hnojením mikroelementy se obsahy hlavních živin (kromě dusíku) v hlízách mírně snižují [76]. Nedostatek či přebytek makro i mikroelementů jsou provázeny neprospíváním rostlin. Přebytečné množství jakéhokoliv elementu v zemině způsobuje nepřístupnost druhých. Z toho vyplývají negativní reakce rostlin [77]. Např. při sledování vlivu aplikace fosforu na chemické složení bramborových hlíz je třeba vzít v úvahu spíše jeho interakce s jinými prvky [21]. Ty mohou vést například ke snižování obsahu draslíku, hořčíku, síry, manganu a železa a ke zvyšování obsahu vápníku, bóru a mědi [78].

U hlíz, které byly přihnojené manganem jsem dále sledovala také obsah tohoto prvku. Pro srovnání byla provedena analýza také u hlíz z kontrolní varianty. Stupňované dávky manganu statisticky průkazně zvyšovaly obsah tohoto prvku v bramborových hlízách (Tab. P. VII.). Přestože mangan patří mezi těžké kovy, hygienické předpisy jeho obsah v potravinách nehodnotí. V roce 1997 se obecně pohyboval kolem hodnoty $0,63 \text{ mg.kg}^{-1}$ [75]. Andruszczak et al. (1987) sledovali vstup manganu do rostlin v blízkosti továren na zpracování měděné rudy vlivem emisí. Uvádějí, že jeho obsah kolísal v rozmezí 6 až 365 mg.kg^{-1} [79]. Vazhenin (1991) v jižním Uralu s vysokou koncentrací průmyslu zjistil v hlízách brambor 15 až 38 mg.kg^{-1} [80]. Za významný faktor, který má vliv na hladinu manganu v hlízách, je třeba podle Hluška, Jůzla a Zrůsta (1998) považovat lokalitu pěstování brambor. V menší míře má vliv také odrůda. Rovněž zjistili, že obsah manganu v hlízách brambor významně kolísá v závislosti na ročníku a jeho hladina není závislá na dávce dusíku použité ke hnojení [81]. Naopak výsledky Roháčka (2000) uvádějí, že vyšší hladina dusíkatého hnojení působila pozitivně a stimulovala koncentraci manganu v hlízách [75]. Karam (1998) vyhodnocoval růst rostlin, výnos hlíz a koncentraci Sn, As, Cu, Zn, Ni, Pb, Mn, Cd, Fe ve výhoncích a hlízách brambor vypěstovaných na půdě s přídatkem kompostu z veřejných skládek. Měření bylo sice zjištěn zvýšený obsah všech kovů v substrátu a také u výhonků a hlíz, prokázalo se však, že tato množství kovů obsažená v hlízách brambor nepřesahují hodnoty, které by mohly být zdraví škodlivé [82]. Obecně většina půd obsahuje velká množství manganu, ale jeho dostupnost ovlivňuje půdní pH. Ideální je hodnota pH mezi 5 a 6, pokud je větší než 6,5, pak se dostupnost manganu snižuje [83].

Dále jsem se ve své práci zabývala vlivem dusíku a manganu na obsah hrubé bílkoviny. Dusíkaté látky obsažené v bramborové hlíze představují jeden z nejvýznamnějších komplexů sloučenin. Spoluvytvářejí nutriční a kalorickou hodnotu bramborové hlízy. Význam bramborové bílkoviny spočívá především v její vysoké biologické hodnotě, která se blíží vaječné bílkovině [61].

Po stanovení dusíku v hlízách z mého pokusu a po přepočtení jeho obsahu na obsah hrubé bílkoviny je zřejmé, že dávka 60 kg N.ha^{-1} znamenala snížení obsahu hrubé bílkoviny. Naopak vyšší dávky dusíku statisticky velmi průkazně toto množství zvýšily, což koreponduje s tvrzením, že při vysokých dávkách dusíku se silně zvyšuje obsah hrubé bílkoviny, kdežto obsah čistých bílkovin podstatně pomaleji [6]. Hnojení dusíkem zvyšuje v bramborových hlízách obsah celkového dusíku a obsah bílkovinného dusíku i když při velmi vysokých dávkách N může dojít ke stresu rostliny, který má naopak za následek po-

kles množství bramborové bílkoviny [84]. Přestože se u brambor rostoucích na pozemcích, kde byla aplikována dusíkatá výživa, většinou setkáváme s vyšším množstvím bílkovin, jejich výživová hodnota jednoznačně klesá. Tento fakt je zapříčiněn přednostním zabudováním dusíku v neesenciálních aminokyselinách [27]. Na stejnou skutečnost upozorňují i další autoři [85]. Podle Suda (1999) je optimální hnojení dusíkem na úrovni 140 - 170 kg N.ha⁻¹. Tato dávka má však za následek snižování hrubé bílkoviny v hlízách. Nižší dávky dusíku naopak mají stimulační efekt na tvorbu hrubé bílkoviny [86]. Svobodová (2006) ve své práci zjistila, že nižší dávky dusíku (60 kg N.ha⁻¹ a 120 kg N.ha⁻¹) se projeví statisticky průkazně ve snižování průměrného obsahu hrubé bílkoviny i aminokyselin v čerstvé hmotě hlíz [18], což se v mé práci potvrdilo pouze u nejnižší dávky dusíku. Stejně tak Zrůst (2004) poukazuje na relativně nízké dávky dusíkatého hnojiva (40 - 60 kg N.ha⁻¹), které jsou optimální pro dosažení příznivé kvality bílkoviny [61].

Při úvahách o vlivu dusíkatého hnojení na chemické složení bramborových hlíz je nejčastěji diskutován obsah dusičnanů v bramborových hlízách. I když dusíkaté hnojení opravdu významně ovlivňuje obsah dusičnanů, není jediným faktorem, který se na výskytu dusičnanů v bramborové hlíze podílí [5]. Dusičnanový dusík je jednoznačně považován za škodlivý pro zdraví konzumenta díky jeho schopnosti redukovat na nitrosaminy, které mají v lidském těle karcinogenní účinky. Obsah dusičnanů a bílkovin je ovlivňován dusíkatým hnojením, zvláště vyššími dávkami. Jak vlastní účinnost hnojení, tak i chemismus půdního dusíku a jeho vlastní příjem rostlinou jsou dány nejenom množstvím dusíku, ale také ostatními podmínkami prostředí, především povětrnostními vlivy (srážky a teploty). Konečný stav jednotlivých forem dusíku přijatého rostlinou je navíc ovlivňován odrůdou – u odrůdy je významná zejména délka její vegetační doby. Odrůdy s kratší vegetační dobou jsou obecně citlivější k vyšší kumulaci dusičnanů v hlízách při nadměrném hnojení dusíkem nebo při opožděném a nevhodně vysokém přihnojení. Dusíkaté hnojení tak nemusí být hlavním faktorem, který jednoznačně zvyšuje obsah dusičnanů v hlízách, stejně tak nemusí vést k jednoznačnému zvyšování obsahu bílkovin v hlízách [87].

V experimentální části své diplomové práce jsem se nejrozsáhleji věnovala stanovení aminokyselin v bramborových hlízách. Analýzy jsem prováděla u hlíz, které byly získány z variant přihnojených manganem. Pro srovnání byly analyzovány také hlízy z kontrolní varianty. Stupňované dávky manganu se statisticky průkazně projeví ve zvyšování průměrného obsahu hrubé bílkoviny i jednotlivých aminokyselin v čerstvé hmotě hlíz brambor. Velmi zajímavá skutečnost byla zaznamenána v případě dávky manganu odpoví-

dající 500 mg.kg⁻¹ zeminy. Při této úrovni hnojení byla zaznamenána nejvyšší hodnota obsahu hrubé bílkoviny i aminokyselin. Z výsledků provedených analýz je zřejmé, že mangan a jeho různé obsahy v půdě mají velmi rozdílný vliv na obsah dusíkatých látek v bramborových hlízách.

Po stanovení dusíku v hlízách a po přepočtení jeho obsahu na obsah hrubé bílkoviny je zřejmé, že obě dávky manganu znamenaly zvýšení množství hrubé bílkoviny – nejvíce se to projevilo u dávky 500 mg.kg⁻¹ zeminy. Na podobné skutečnosti upozorňuje Havelka (1990). Podle tohoto autora mangan podmiňuje tvorbu bílkovin a je nezbytný při redukci nitrátů [34]. Mangan všeobecně zvyšuje příjem dusíku z půdních zásob [88]. S tím souhlasí i další autoři [76]. Tyto skutečnosti mohly mít za následek zvýšení obsahu celkového i bílkovinného dusíku, a tím také zvýšení obsahu aminokyselin v čerstvé hmotě bramborových hlíz. Hlušek a Richter (1992) zkoumali vliv těžkých kovů na koncentraci prvků v bramborech. Výsledkem jejich práce byl závěr, že se vzrůstajícím množstvím těžkých kovů, klesá množství dusíku a fosforu v nadzemních částech brambor, ale obsah draslíku se zvyšuje. V případě hlíz byl obsah N a P ovlivněn až při velmi vysokých koncentracích těžkých kovů [89]. Na snižování obsahu bílkovin v listech působením manganu poukazují i další autoři [90].

Mezi faktory mající vliv na fyziologické a biochemické procesy spojené s dusíkovým přetvořením v rostlinách, hrají důležitou roli minerální sloučeniny, včetně stopových prvků [91]. Mangan hraje významnou roli v řadě fyziologických pochodů, kterých se účastní buď jako součást enzymů (např. v antioxidačních dějích) nebo jejich aktivátor (např. enzymů podílejících se na metabolismu cukrů, aminokyselin a cholesterolu) [92].

Převažujícími aminokyselinami v bramborách jsou kyselina asparagová, kyselina glutamová a tyrosin [93]. Ke stejnému závěru jsem dospěla i po zanalyzování brambor z mého pokusu. Zejména kyseliny asparagové a glutamové bylo obsaženo nejvýznamnější množství. Vysoký obsah těchto dvou aminokyselin je pro brambory typický [94]. Tyto aminokyseliny mají také značný technologický význam, protože se spolu s tyrosinem a kyselinou chlorogenovou podílí na tmavnutí brambor v průběhu jejich potravinářského zpracování [95]. Kyselina glutamová a asparagová jsou chemické sloučeniny působící také jako intenzifikátory chuti brambor [6].

Z dalších aminokyselin má technologický význam také např. lysin nebo glycin. Jako volné aminokyseliny reagují v bramborové hlíze s redukcujícími cukry a ovlivňují tak barevné změny při tepelném zpracování [96]. Obsahy obou těchto aminokyselin v mojí práci

byly naměřeny v mnohem menším množství než tomu bylo u kyseliny asparagové nebo glutamové (Tab. P. VIII.).

Přirozený obsah jednotlivých aminokyselin v bramborových hlízách je podmíněn především geneticky, tzn. je rozdílný u jednotlivých odrůd brambor [84]. Dále může být ovlivněn také stresovými faktory v průběhu vegetace jako je například nedostatek vláhy. Například u hlíz vyprodukovaných v sušším klimatu statisticky průkazně vzrůstá obsah prolinu [97]. Právě významné bylo v mojí práci zvýšení obsahu této aminokyseliny, a to u obou variant s manganem, především, u varianty s nejvyšším obsahem manganu. Mangan měl průkazný vliv na zvyšování této aminokyseliny v čerstvé hmotě bramborových hlíz.

Z výsledků mého pokusu je zřejmé, že hnojení manganem zvyšuje obsah aminokyselin v čerstvé hmotě, ale naopak snižuje biologickou hodnotu bramborové bílkoviny jak vyplývá z tabulky (Tab. P. IX. – obsah aminokyselin vyjádřený v g na 16 g dusíku). Přihnojení manganem zde statisticky průkazně snižovalo obsah většiny aminokyselin, především esenciálních – výrazné snížení nastalo u varianty s 2000 mg Mn.kg⁻¹ zeminy. Zde se celkový obsah aminokyselin v 16 g dusíku ve srovnání s kontrolní variantou dokonce snížil.

Při zhodnocení výsledků literární rešerše i z výsledků experimentální části mé diplomové práce vyplývá, že hnojení brambor je nezastupitelnou součástí pěstitelských opatření. Systém hnojení této plodiny neovlivňují pouze specifické nároky plodina jako takové, ale zároveň i užitkový směr pěstování, délka vegetační doby zvolené odrůdy, organické hnojení (druh, dávka, kvalita), zásoba živin v půdě a případně i předplodina. Vedle kvalitní sadby a ochrany proti plísni bramborové patří hnojení k faktorům rozhodujícím o výši a stabilitě výnosu, kvalitě sklizených hlíz a tím vlastně o rentabilitě pěstování. Podstatný je i vliv průběhu počasí, neboť např. příznivé vlhkostní podmínky umožňují vyšší využití živin a relativně vysoký výnosový efekt průmyslových hnojiv [1].

ZÁVĚR

Hnojení brambor je základním agrotechnickým opatřením, které má vést k zabezpečení vysoké a stabilní sklizně. S rozvojem moderních poznatků o nutriční hodnotě potravin je stále více kladen důraz také na kvalitu zemědělských produktů.

V bramborové hlíze je řada látek, které mají význam z hlediska fyziologie výživy – vytvářejí nutriční hodnotu brambor. Tyto látky mají často význam i jako sloučeniny, které se podílejí na konečné chuti a vůni hotového produktu. Brambory tvoří významnou energetickou složku potravy, protože obsahují škrob. Díky dobré stravitelnosti, hodnotným bílkovinám, alkalizačnímu účinku a nízkému potenciálu alergenů se používají rovněž v dietetice.

Cílem mé diplomové práce bylo sledovat vliv stupňovaných dávek dusíku a manganu v půdě na výnos a jakostní ukazatele velmi raných brambor. Problematika byla řešena formou nádobového pokusu, kde byly použity tři rozdílné dávky dusíku a dvě rozdílné dávky manganu do půdy.

Stupňované dávky dusíku měly následující vliv na výnos a jakost bramborových hlíz:

- 1) Výnosové parametry nebyly na základě dávek dusíku statisticky průkazné. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty s 40 mg N.kg⁻¹ zeminy, následné zvyšování dávek dusíku mělo za následek snížení průměrné hmotnosti bramborových hlíz. Snižoval se i počet hlíz vytvořených jednou rostlinou.
- 2) Stupňované dávky dusíku neměly statisticky významný vliv na obsah sušiny a obsah škrobu v bramborových hlízách. V případě obsahu sušiny byly u všech variant s dusíkem naměřeny podobné hodnoty jako u kontrolní varianty. U první varianty s nejnižší dávkou dusíku (tj. 20 mg N.kg⁻¹ zeminy) byl naměřen nejvyšší obsah škrobu. Se zvyšujícími dávkami dusíku se obsah škrobu v bramborových hlízách snižoval.
- 3) Přídavek dusíku do půdy se projevil statisticky průkazně na zvyšování obsahu hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě bramborových hlíz, a to u variant s 40 mg N.kg⁻¹ a 80 mg N.kg⁻¹ zeminy.

- 4) Stupňované dávky dusíku neměly statisticky průkazný vliv na obsah fosforu v sušině bramborových hlíz. Nejvyššího obsahu fosforu bylo naměřeno u varianty s nejvyšší dávkou dusíku (tj. 80 mg N.kg⁻¹).

Stupňované dávky manganu měly následující vliv na výnos a jakost bramborových hlíz:

- 1) Přídavek manganu do půdy neměl statisticky průkazný vliv na změny výnosu brambor.
- 2) Zvyšování množství manganu v půdě nemělo statisticky významný vliv na zvyšování obsahu sušiny a škrobu v bramborových hlízách vzhledem ke kontrolní variantě. Vyšší obsah sušiny byl zaznamenán u varianty s nejvyšším obsahem manganu, stejně tak u této varianty byl naměřen i nejvyšší obsah škrobu.
- 3) Se vzrůstajícím množstvím manganu v půdě vzrůstal statisticky významně obsah manganu v dužnině hlíz brambor.
- 4) Statistická průkaznost vlivu manganu na obsah fosforu byla zjištěna pouze u varianty s nejvyšším obsahem manganu v půdě, kdy došlo ke statisticky průkaznému snížení obsahu fosforu v sušině bramborových hlíz.
- 5) Přídavek manganu do půdy se projevil statisticky průkazně ve zvyšování obsahu dusíku v sušině bramborových hlíz. Statisticky významně se projevil pozitivní vliv manganu na syntézu hrubé bílkoviny, a to především u varianty, kde byla použita nižší dávka manganu.
- 6) Stupňované dávky manganu v půdě měly statisticky průkazný vliv na zvyšování obsahu aminokyselin v čerstvé hmotě bramborových hlíz.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JŮZL, M. a kol. Rostlinná výroba - III. 1. vyd. Brno: MZLU, 2000. 232 s. ISBN 80-7157-446-5.
- [2] VALÍČEK, P. Užitkové rostliny tropů a subtropů. 1. vyd. Praha: Academia, 1989. 204 s. ISBN 80-200-0000-3.
- [3] PELIKÁN, M., HŘIVNA, L., HUMPOLA, J. Technologie sacharidů. 1.vyd. Brno: MZLU, 1999. 154 s. ISBN 80-7157-407-4
- [4] ZIMOLKA, J. a kol. Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba. 1. vyd. Brno: MZLU, 2000. 245 s. ISBN 80-7157-451-1
- [5] ROP, O. Výskyt cizorodých prvků v bramborách. Farmář, 8 (5), 2002. s. 26. ISSN 1210-9783
- [6] CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E. Pěstování a kvalita rostlin. 1. vyd. Brno: MZLU, 2005. 181 s. ISBN 80-7157-897-5
- [7] VOKÁL, B. a kol. Pěstujeme brambory. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 103 s. ISBN 80-247-0567-2
- [8] http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=5&idkapitola
- [9] MINX, L., DIVIŠ, J. a kol. Rostlinná výroba – III (okopaniny). 1. vyd. Praha: Agromická fakulta VŠZ v Praze, 1994
- [10] ZRŮST, J. Rychlost fotosyntézy různých genotypů bramborů. Rostlinná výroba, 25, 1983. s. 563-576.
- [11] RYBÁČEK, V. a kol.: Brambory. 1. vyd. Praha: SZN, 1988. 360 s.
- [12] MÍČA, B. Kriteria vnější kvality brambor. Úroda, 11, č. 2, 42. 1994 s. 20-21
- [13] VOKÁL, B. a kol. Brambory. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 2000
- [14] VOKÁL, B. a kol. Pěstujeme brambory a rajčata, 1. vyd. Brno, 1999. 40 s. ISBN 80-85904-42-X
- [15] RYANT, P. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin. Brno: MZLU, 2004.
- [16] MINX, L., PFLUG, J., VRZALOVÁ J. Rostlinná výroba II. pro PEF. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1987. 131 s. 17/42 55-906c-90
- [17] <http://www.vubhb.cz/>
- [18] SVOBODOVÁ, H. Vliv dusíku a fosforu na chemické složení bramborových hlíz. Diplomová práce. Zlín: UTB, 2006.

- [19] PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J. Fyziologie rostlin. 1. vyd. Praha: Academia, 1998. 484s. ISBN: 80-200-0586-2
- [20] Zákon 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)
- [21] ROP, O. Obsah cizorodých prvků v rostlinách velmi raných odrůd brambor. Disertační práce. Brno: MZLU, 1999. 77s.
- [22] RICHTER, R., HLUŠEK, J., HŘIVNA, L. Výživa a hnojení rostlin, praktická cvičení. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999. 188 s. ISBN 80-7157-346-9
- [23] VOKÁL B., RADIL B.. Effects of row spacing on tuber yield, dry matter content and starch in potatoes. Rostlinná výroba, 1996, roč. 42, č. 1, s. 5 – 9. ISSN 0370-663X.
- [24] MAIER, N. A. et al. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield and petiolar nutrient concentration of potato CVV Kennebec and Atlantic. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1994, roč. 64, č. 6, s. 825 - 834. ISSN 0816-1089.
- [25] WESTERMANN, D. T. et al. Nitrogen and potassium fertilization on potatoes – sugars and starch. American Potato Journal, 1994, roč. 71, č. 7, s. 433 - 453. ISSN 1099-209X.
- [26] VALOVÁ, P. Změny obsahu aminokyselin v bramborách v závislosti na hnojení dusíkem. Sborník příspěvků soutěže Studentské tvůrčí činnosti „STUDENT 2006“ a doktorské soutěže „O cenu děkana 2005 a 2006“. 1. vyd. Brno: VUT, 2006. 259 s. ISBN 80-214-3321-3
- [27] MITRUS, J. et al. The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. Plant Soil and Environment, 2003, roč. 49, č. 3, s. 131 – 134. ISSN 1214-1178.
- [28] RICHTER, R., HLUŠEK, J. Výživa a hnojení rostlin. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994. 177 s. ISBN 80-7157-138-5
- [29] KOUBOVÁ, D. Příjem manganu bramborami. Kartoffelbau, 56, 2005, č. 4, str. 146
- [30] <http://www.agrokrom.cz/>
- [31] DUDÁŠ a kol. Skladování a zpracování rostlinných produktů. 1. vyd. Praha: státní zemědělské nakladatelství, 1981. 384 s.

- [32] HRABĚ, J., KOMÁR, A. Technologie zbožízalství a hygiena potravin, III. část - Technologie zbožízalství a hygiena potravin rostlinného původu. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2003. 168 s. ISBN 80-7231-107-7
- [33] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. Chemie potravin. 1. vyd: SNTL, 1983. 630 s. 04-815-83
- [34] HAVELKA, B. Výživa a hnojení zahradnických rostlin. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1990. 271 s. 17-059-90
- [35] VODRÁŽKA, Z. Biochemie 2. 1. vyd: Academia, 1992. 136 s. ISBN 80-200-0441-6
- [36] VODRÁŽKA, Z. Biochemie 3. 1. vyd: Academia, 1993. 192 s. ISBN 80-200-0471-8
- [37] <http://www.vscht.cz>
- [38] JAVORSKÝ P. (1987): Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 397
- [39] Vyhláška Ministerstva životního prostředí ČR 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.
- [40] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol. Základy rostlinné produkce. 2. vyd. Praha: ČZU, 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4.
- [41] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. Návod y pro laboratorní cvičení z analýzy potravin. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1998. 88 s. ISBN 80-7231-022-4.
- [42] PRÍBELA A. Analýza přírodných látek v poživatinách. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1978. 430 s.
- [43] JANDÁSEK, J., KRÁČMAR, S., MILERSKI, M., INGR, I.: Comparison of the contents of intramuscular amino acids in different lamb hybrids. Czech Journal of Animal Science, 2003. roč. 48, č. 7, s. 301 – 306. ISSN 1212-1819.
- [44] Commission Directive 78/633/EEC of June 15, 1978. Establishing Community Methods of Analysis for the Official Control of Feeding Stuffs, July 29, 1978, 0043 – 0055.
- [45] UNISTAT : Statistical Package for Windows. London: Unistat House, 2002, s. 406 – 419.
- [46] VAŠÁK: Sledování vlivu manganu na výskyt strupovitosti a kvalitu brambor. Diplomová práce. 1. vyd. Brno, 1979: Vysoká škola zemědělská
- [47] NOVOTNÝ, F. Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd – jednotné pracovní postupy (I. – III. díl). 1. vyd. Brno: ÚKZÚZ, 2000. 555 s. ISBN 80-86051-76-5.

- [48] ERREBHI, M. et al. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. *Agronomy Journal*, 1998. roč. 90, č.1, s. 10 - 15. ISSN 0002-1962
- [49] JŮZL, M., PULKRÁBEK, J., DIVIŠ, J. a kol. *Rostlinná výroba – III*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2000. 232 s. ISBN 80-7157-446-5.
- [50] LAHKÝ, J. The influence of fertilization, site and year on the yield and qualitative parameters of potatoes. *Rostlinná výroba*, 1990, roč. 36, č. 8, s. 857 - 864. ISSN 1214-1178.
- [51] DIVIŠ, J., BÁRTA, J. Výživa a hnojení brambor. *Farmář: Informační měsíčník pro zemědělce*, 2004, roč. 10, č. 3, s. 31 – 32. ISSN 1210-9789.
- [52] VOS, J. A case-history -100 years of potato production in Europe with special reference to the Netherlands. *American Potato Journal*, 1992, roč. 69, č. 11, s.731 – 751. ISSN 1099-209X.
- [53] BELANGER, G. et al. Tuber growth and biomass partitioning of two potato cultivars grown under different N fertilization rates with and without irrigation. *American Journal of Potato Research*, 2001, roč. 78, č. 2, s. 109 – 117. ISSN 1099-209X.
- [54] ZRŮST, J. *Zákonitosti tvorby výnosu brambor*. VÚZKZ, Havlíčkův Brod, 1990.
- [55] ČEPL, J., VOKÁL, B., MÍČA, B. Vliv příjmu živin v začátku květu na výnos hlíz a obsah dusičnanů v hlízách. *Rostlinná výroba*, 37, 1991, č.2, s. 137-144
- [56] JŮZL, M. Výnos velmi raných odrůd brambor ve vztahu k výživě dusíkem. *Úroda* č. 4, 1990, s. 175-177
- [57] ZRŮST, J. Fyziologické předpoklady tvorby vysokého výnosu brambor. *Úroda*, 36, 1991, s. 307-309
- [58] KOUBOVÁ, D. Zajištění kvality při pěstování brambor. *Kartoffelbau*, 56, 2005, č. 1/2, s. 16-19
- [59] KOUBOVÁ, D. Vyplatí se u brambor hnojení na list? *Top Agrar*, 2004, č. 4, s. 84-86
- [60] CHENG, B. T., OUELLETTE, G. J. Effects of organic amendments on manganese toxicity in potatoes as measured by sand and soil culture studies. *Plant and Soil*, 1971, roč. 34, č. 1, s. 165-181. ISSN 0032-079X
- [61] ZRŮST, J. Faktory ovlivňující obsah nutričně významných a škodlivých látek v hlízách a výrobcích z brambor, 2004. Text dostupný z www.phytopsanitary.org

- [62] KOUBOVÁ, D. Mikroelementy aplikovat cíleně. *Getreide Mag.* 11, 2006, č. 3, s. 168-170
- [63] ROINILLA, P. et al. Effects of different organic fertilization practises and minerál fertilization on potato quality. *Biological Agriculture & Horticulture*, 2003, roč. 21, č. 2, s. 165 - 194. ISSN 0144-8765.
- [64] LESZCZYNSKI, W., LISINSKA G. Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers. *Food Chemistry*, 1988 roč. 28, č.1 , s. 45-52
- [65] O'BEIRNE, D; CASSIDY, J. C. Effects of nitrogen fertiliser on yield, dry matter content and flouriness of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1990; 52(3): 351-363. ISSN 0022-5142
- [66] ČEPL, J. Vývoj metod hodnocení pro výběr genotypů brambor se zvýšenou utilizací živin a příznivou odezvou k omezeným vstupům v pěstitelských postupech. Závěrečná zpráva, 1999. VUBHB.
- [67] KASAL, P., ČEPL, J. Vliv dodatkové výživy na výnos a kvalitu produkce brambor. *Bramborářství*, 3, s. 13-16, 2003.
- [68] TONG, Y., RENGEL, Z., GRAHAM, R., D. Interactions Between Nitrogen and Manganese Nutrition of Barley Genotypes Differing in Manganese Efficiency. *Annals of Botany* 79: 53-58, 1997. ISSN 0305-7364
- [69] BÁRTA, J., DIVIŠ, J. Hnojení dusíkem a stolní hodnota konzumních hlíz. *Agromagazín*, 2000, roč. 1, č. 10, s. 25 – 26. ISSN 1212-6667.
- [70] DIVIŠ, J., ŠVAJNER, J., BÁRTA J. Projev hnojení dusíkem u vybraných odrůd průmyslových brambor. *Bramborářství*, 14, 2006, č. 5, s. 10-11
- [71] MÍČA, B., VOKÁL, B. Bramborový škrob, jeho význam a podmínky tvorby v hlízách. *Bramborářství*, 3 (4), s. 11-14, 1995.
- [72] LIN, S. et al. Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with speciál reference to the pathway of nitrate transport into tubers. *Journal of Plant Nutrition*, 2004, roč. 27, č. 2, s. 341 - 350. ISSN 0190-4167.
- [73] WESTERMANN, D., T., JAMES, D., W., TINDALL, T., A., HURST, R., L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. *American-Potato-Journal*. 1994; 71(7): 433-453 ; 32 ref. ISSN 0003-0589

- [74] NODA, T., TAKAHATA, Y., SATO, T., IKOMA, H., MOCHIDA, H. – Physicochemical properties of starches from purple and orange fleshed sweet potato roots at two levels of fertiliser. *Starch – Starke* 48 (11-12): 395-399, 1996. ISSN 0038-9056
- [75] ROHÁČEK, J. Změny v chemickém složení bramborových hlíz odrůdy Ukama a Koruna při dvou hladinách dusíkaté výživy na dvou lokalitách. Diplomová práce. MZLU, Brno, 2000.
- [76] PETŘICA, KROULÍKOVÁ. Přezkoušení účinnosti manganu, boru, mědi, zinku a molybdenu na růst zemědělských plodin a příjem těchto mikroprvků rostlinami, 1974. Text získaný z www.zeus.cz
- [77] <http://www.celysvet.cz>
- [78] MAIER, N. A. et al. Effect of current-season application of calcitic lime and phosphorus fertilization on potato tuber phosphorus concentration and leaf chemical composition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2002, roč. 33, č.13 – 14, s. 2167 – 2188. ISSN 0010-3624.
- [79] ANDRUSZCZAK, E., STRACZYNSKI, S., CZERNIAWSKA, M., RADWAN, R. Content of some elements in soils and plants as influenced by copperworks emissions. *Rocz. Glebozn.*, 37, 1987 (4): 47-66
- [80] VAZHENIN, L. G. Influence of industrial activity on soil fertility. *Agrochimija*, 1991 (5): 85-95
- [81] HLUŠEK J., JŮZL, M., ZRŮST, J., Obsah železa, manganu a mědi v hlízách velmi raných odrůd brambor. *Rostlinná výroba*, 44, 1998 (1): 1-5. ISSN 0370-663X
- [82] KARAM, N.S., EREIFEJ, K.I., SHIBLI, R.A., ABUKUDAIS, H., ALKOFABI, A., MALKAWI, Y. Metal concentrations, growth, and yield of potato produced from in vitro plantlets or microtubers and grown in municipal solid-waste-amended substrates. *Journal of Plant Nutrition*. 21 (4): 725-739 1998. ISSN 0190-4167
- [83] www.orchard.uvm.edu/uvmapple/newsletter/2003/VAN071603.pdf
- [84] TALAAT, M. The effect of mineral and compost fertilization on the nitrogen content of total protein and amino acids composition of potato and oat grains. Thesis. Wien, Universität Sien, 2003. 154 p.
- [85] EPPENDORFER, W. H., EGGUM, B. O. Effects of sulfur, nitrogen, phosphorus, potassium, and water-stress on dietary fiber fractions, starch, amino-acids and on the biological value of potato protein. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1994, roč. 45, č. 4, s. 299 – 313. ISSN 0921-9668.

- [86] SUD, K. C., VERMA, B. C, SHARMA, R. C. Nitrogen and sulphur role in potato (*Solanum tuberosum*) nutrition on brown hill soil of Shimla. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 1999, roč. 69, č. 2, s. 118 – 121. ISSN 0019-5022.
- [87] VANĚK, V., TLUSTOŠ, P. Nitráty v rostlinách. *Farmář* č. 6. 1999. s. 24 – 25. ISSN 1210-9789.
- [88] VANEKOVÁ, Z. Rostlinné živiny, *Příroda*, s. 1-20, Bratislava, 1987
- [89] HLUŠEK, J., RICHTER, R. – Concentration of macronutrients in potato growing in soil contaminated with some heavy-metals when soil improvers were applied. *Rostlinná Výroba*. 38 (1): 97-106 1992. ISSN 0370-663X
- [90] TRALICHOVÁ, I. Hodnocení vlivu různých dávek dusíkatého hnojení na výnos velmi raných odrůd brambor Resy a Klára. Diplomová práce. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1988.
- [91] SIKORA, E., CIESLIK, E. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron, copper and manganese in potato tubers. *Food Chemistry*, 1999, roč. 67, č. 3, s. 301-304
- [92] https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/55_2061.html
- [93] OSAKI, M. et al. Effects of ammonium and nitrate assimilation on the growth and tuber swelling of potato plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1995, roč. 41, č. 4, s. 709 – 719. ISSN 0370-663X.
- [94] BRANCOPARDAL, P., LALLES, J. P. et al. Digestion of wheat gluten and potato protein by the preruminant calf: Digestibility, amino acid composition and immunoreactive proteins in ileal digesta. *Reproduction Nutrition Development*, 1995, roč. 35, č. 6, s. 639 – 654. ISSN 0926-5287.
- [95] THYBO, A. K., CHRISTIANSEN, J. et al. Effect of cultivars wound healing and storage on sensory quality and chemical components in pre-peeled potatoes. *Lwt-Food Science and Technology*, 2006. roč. 39, č. 2, s. 166 – 176. ISSN 0023-6438.
- [96] ROE, M. A., FAULKS, R. M. Color development in a model system during frying – role of individual amino-acids and sugars. *Journal of Food Science*, 1991, roč. 56, č. 6, s. 1711 – 1713. ISSN 0022-1147.
- [97] ZRUST, J. Response of potato plants to drought stress by increased proline level in tubers. *Rostlinná výroba*, 1994, roč. 40, č. 8, s. 711 – 720. ISSN 0370-663X.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

tis.	tisíc
t.ha ⁻¹	tuny na hektar
NP, NK, PK	dusík - fosfor, dusík - draslík, fosfor - draslík
kg.ha ⁻¹	kilogramy na hektar
l.ha ⁻¹	litry na hektar
mg.kg ⁻¹	miligramy na kilogram
ATP	adenosintrifosfát
g Mn.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	gramy manganu na hektar za rok
MnSO ₄	síran manganatý
Mn(OH) ₂	hydroxid manganatý
AAS	atomová absorpční spektrofotometrie
HNO ₃	kyselina dusičná
mol/dm ³	počet molů na decimetr krychlový
KCl	chlorid draselný
P ₂ O ₅	oxid fosforečný
K ₂ O	oxid draselný
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
HCl	kyselina chlorovodíková
cit.	citace
Sd	směrodatná odchylka
μg.kg ⁻¹	mikrogramy na kilogram
et al.	a kolektiv

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Křídlení stonku [8]	12
Obr. 2. List bramboru [8]	13
Obr. 3. Květenství brambor [8]	13
Obr. 4. Podzemní orgány a rostliny vyrostlé z hlízy a semenáče [8]	14
Obr. 5. Deficit dusíku u brambor [15]	28
Obr. 6. Deficit manganu u brambor [15]	31
Obr. 7. Toxické působení nadbytku manganu u brambor [15]	32
Obr. 8. Formy dusíku v půdě [15]	37
Obr. 9. Koloběh dusíku v přírodě [37]	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka I.	Průměrný obsah živin v bramborových hlízách.....	36
Tabulka II.	Rozdělení živin podle fyziologických a biochemických vlastností.....	40
Tabulka III.	Agrochemická charakteristika použité zeminy	45
Tabulka IV.	Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a manganu do půdy v mg.kg^{-1} zeminy.....	46

SEZNAM PŘÍLOH

- P I** Tab. P. I. Průměrné výnosové parametry brambor
- P II** Graf P. I. Průměrná hmotnost hlíz u jednotlivých variant v gramech
Graf P. II. Průměrný počet bramborových hlíz v kusech
- P III** Tab. P. II. Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách (v hmotnostních procentech) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Graf P. III. Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách
- P IV** Tab. P. III. Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách (% v čerstvé hmotě) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Graf P. IV. Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách (% v čerstvé hmotě)
- P V** Tab. P. IV. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Tab. P. V. Průměrný obsah dusíku v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Graf P. V. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
- P VI** Tab. P. VI. Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Graf P. VI. Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách (% sušiny)
- P VII** Tab. P. VII. Průměrný obsah manganu v bramborových hlízách ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty) a směrodatné odchytky měření (Sd)
Graf P. VII. Průměrný obsah manganu v bramborových hlízách ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

- P VIII** Tab. P. VIII. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchylky měření (Sd)
- P IX** Graf P. VIII. Průměrný obsah valinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
Graf P. IX. Průměrný obsah leucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
- P X** Graf P. X. Průměrný obsah isoleucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
Graf P. XI. Průměrný obsah threoninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
- P XI** Graf P. XII. Průměrný obsah methioninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
Graf P. XIII. Průměrný obsah lysinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
- P XII** Graf P. XIV. Průměrný obsah fenylalaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
Graf P. XV. Průměrný obsah histidinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

- P XIII** Graf P. XVI. Průměrný obsah argininu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
Graf P. XVII. Průměrný obsah cysteinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
- P XIV** Graf P. XVIII. Průměrný obsah kyseliny asparagové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
Graf P. XIX. Průměrný obsah kyseliny glutamové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
- P XV** Graf P. XX. Průměrný obsah serinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
Graf P. XXI. Průměrný obsah prolinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
- P XVI** Graf P. XXII. Průměrný obsah glycinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
Graf P. XXIII. Průměrný obsah alaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
- P XVII** Graf P. XXIV. Průměrný obsah tyrosinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

Graf P. XXV. Průměrné celkové množství aminokyselin v bramborových hlízách z kontrolní varianty a z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

P XVIII Tab. P. IX. Obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g na 16 g dusíku)

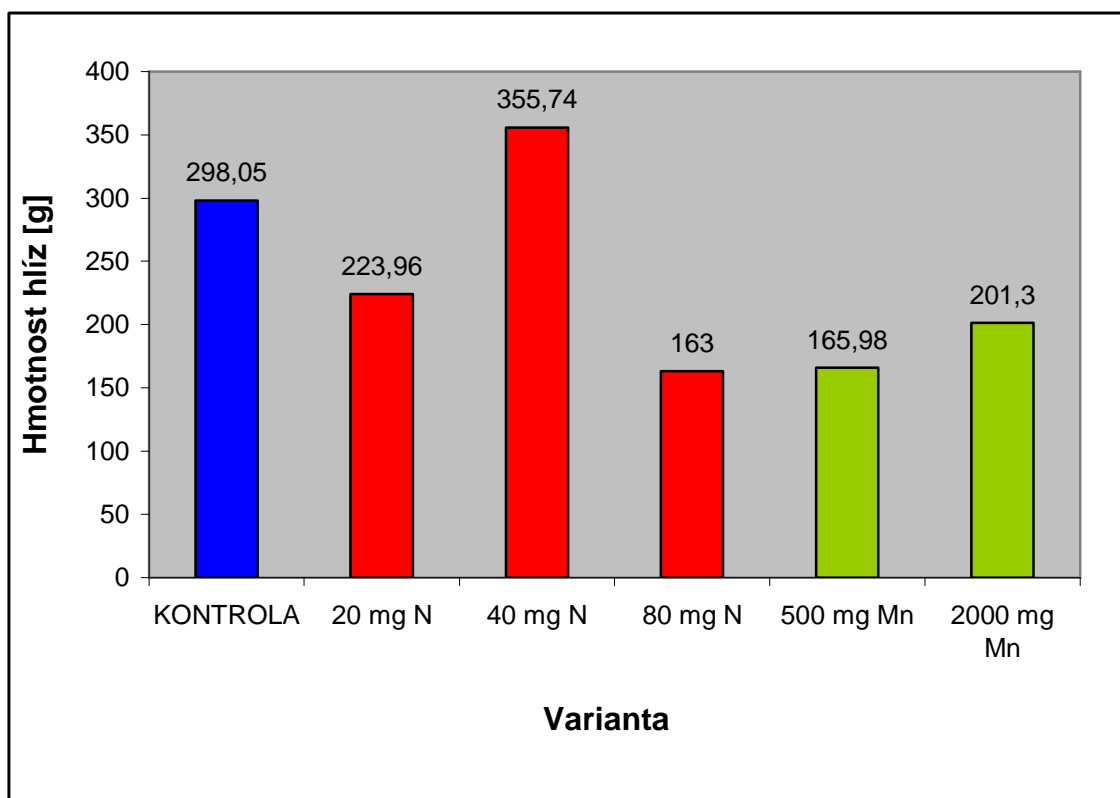
PŘÍLOHA P I:

Tab. P. I. Průměrné výnosové parametry brambor

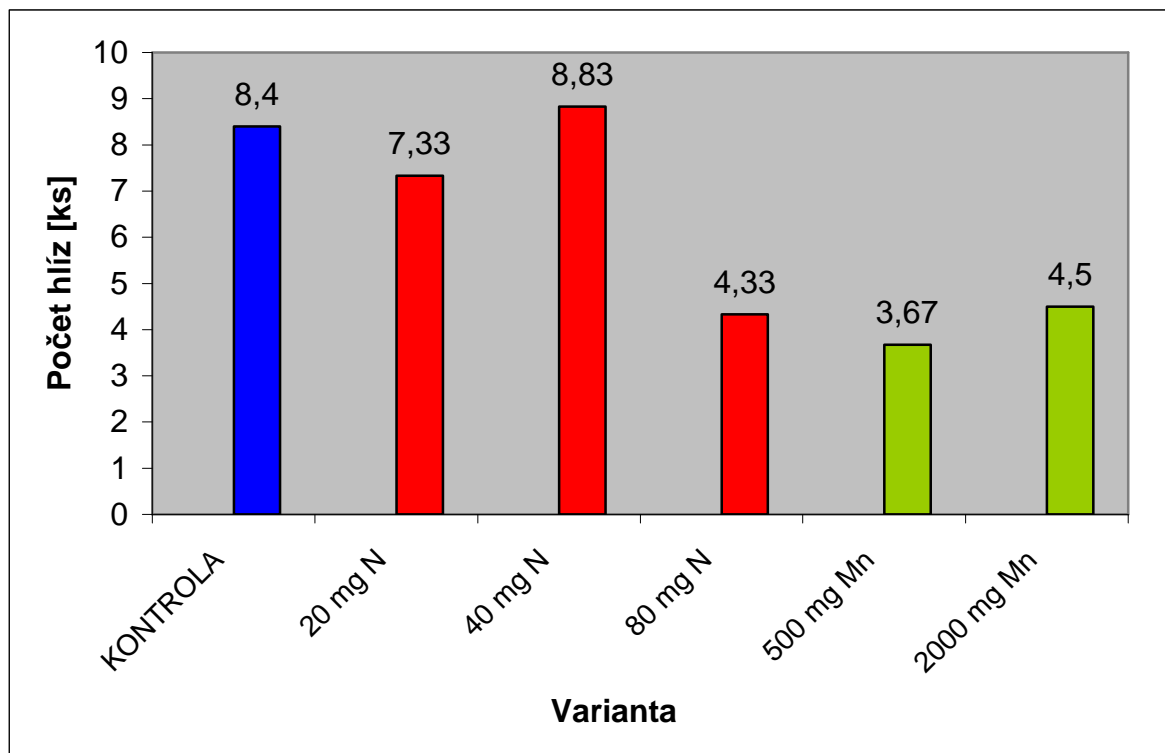
Varianta	Průměrná hmotnost hlíz [g]	Průměrný počet hlíz [ks]
KONTROLA	298,05	8,4
20 mg N.kg ⁻¹	223,96	7,33
40 mg N.kg ⁻¹	355,74	8,83
80 mg N.kg ⁻¹	163,00	4,33
500 mg N.kg ⁻¹	165,98	3,67
2000 mg N.kg ⁻¹	201,30	4,5

PŘÍLOHA P II:

Graf P. I. Průměrná hmotnost hlíz u jednotlivých variant v gramech



Graf P. II. Průměrný počet bramborových hlíz v kusech

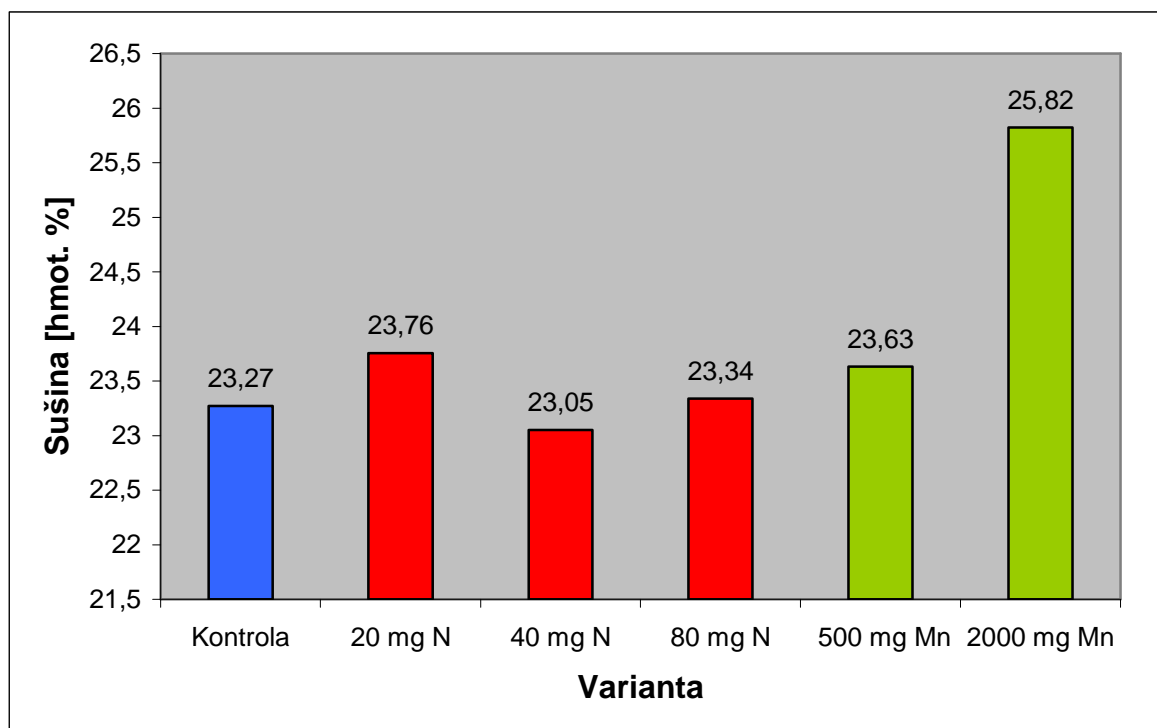


PŘÍLOHA P III:

Tab. P. II. Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách (v hmotnostních procentech) a směrodatné odchytky měření (Sd)

Varianta	Obsah sušiny [hmot. %]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	23,27	1,90
20 mg N.kg ⁻¹	23,76	0,45
40 mg N.kg ⁻¹	23,05	0,56
80 mg N.kg ⁻¹	23,34	0,52
500 mg Mn.kg ⁻¹	23,63	0,21
2000 mg Mn.kg ⁻¹	25,82	0,48

Graf P. III. Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách

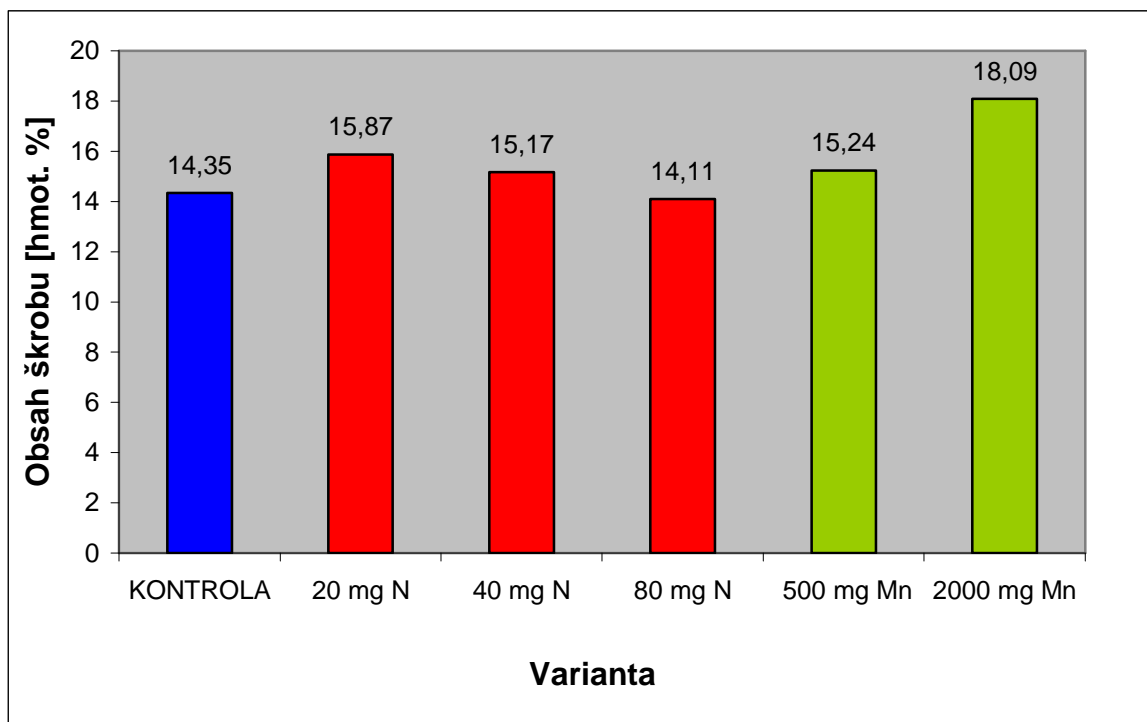


PŘÍLOHA P IV:

Tab. P. III. Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách (% v čerstvé hmotě) a směrodatné odchylky měření (Sd)

Varianta	Obsah škrobu [hmot. %]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	14,35	1,14
20 mg N.kg ⁻¹	15,87	1,42
40 mg N.kg ⁻¹	15,17	0,85
80 mg N.kg ⁻¹	14,11	1,57
500 mg Mn.kg ⁻¹	15,24	0,61
2000 mg Mn.kg ⁻¹	18,09	0,74

Graf P. IV. Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách (% v čerstvé hmotě)



PŘÍLOHA P V:

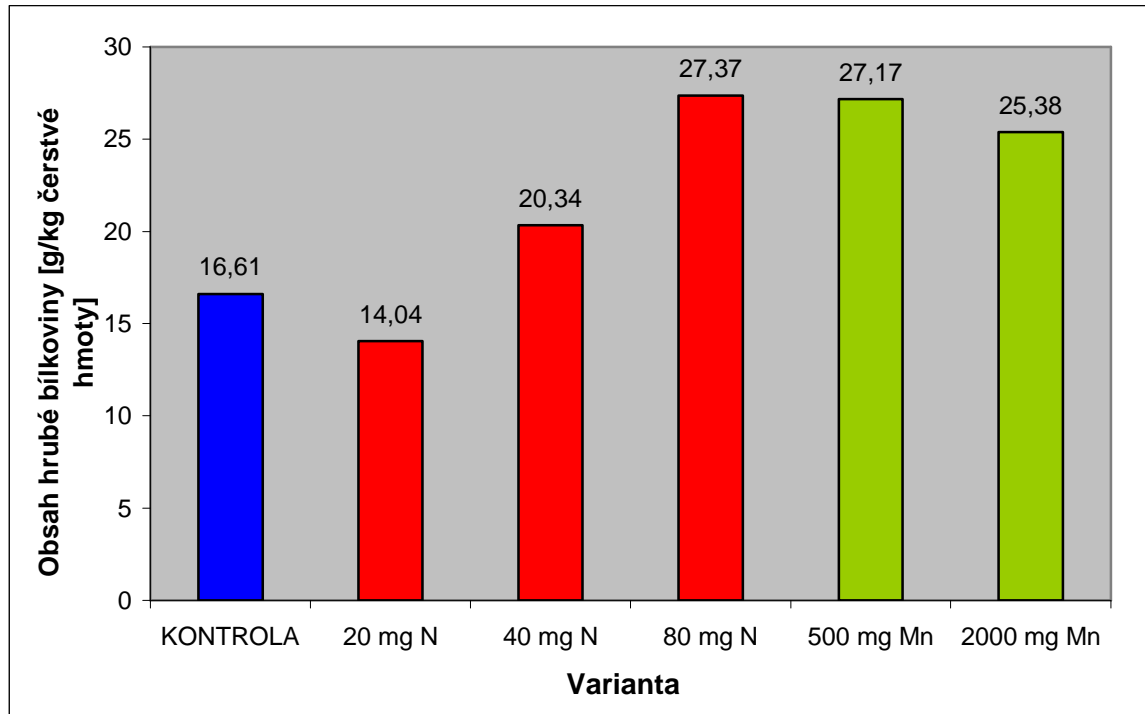
Tab. P. IV. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchylky měření (S_d)

Varianta	Obsah hrubé bílkoviny [g.kg^{-1} čerstvé hmoty]	
	Průměrný obsah	S_d
KONTROLA	16,61	1,76
20 mg N.kg ⁻¹	14,04	0,94
40 mg N.kg ⁻¹	20,34	0,97
80 mg N.kg ⁻¹	27,37	1,03
500 mg Mn.kg ⁻¹	27,17	1,59
2000 mg Mn.kg ⁻¹	25,38	1,05

Tab. P. V. Průměrný obsah dusíku v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchylky měření (Sd)

Varianta	Obsah dusíku [% sušiny]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	1,45	0,05
20 mg N.kg ⁻¹	0,96	0,03
40 mg N.kg ⁻¹	1,45	0,03
80 mg N.kg ⁻¹	1,93	0,09
500 mg Mn.kg ⁻¹	2,23	0,03
2000 mg Mn.kg ⁻¹	1,58	0,06

Graf P. V. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

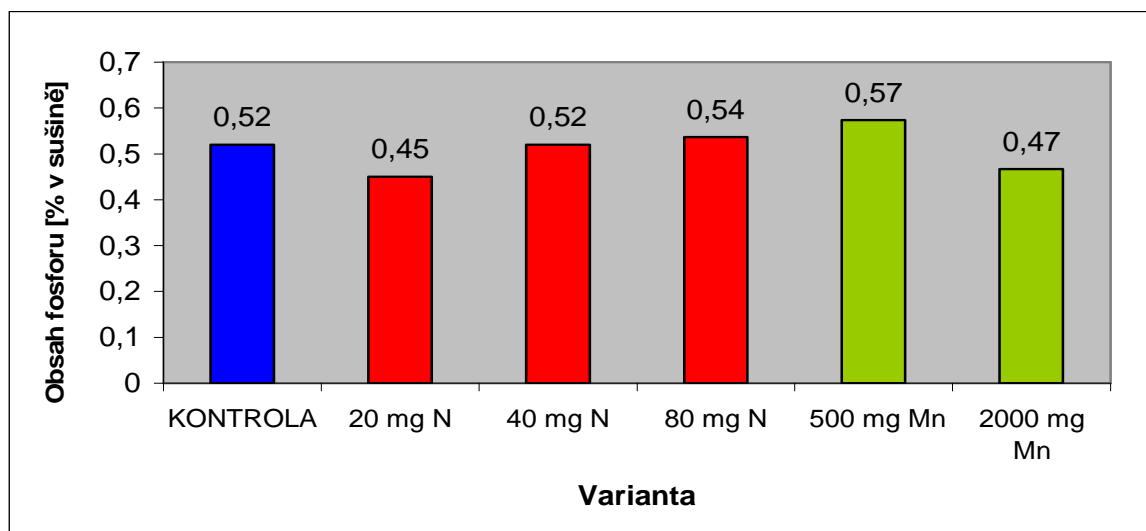


PŘÍLOHA P VI:

Tab. P. VI. Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchylky měření (Sd)

Varianta	Obsah fosforu [% v sušině]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	0,52	0,02
20 mg N.kg ⁻¹	0,45	0,008
40 mg N.kg ⁻¹	0,52	0,00
80 mg N.kg ⁻¹	0,54	0,005
500 mg Mn.kg ⁻¹	0,57	0,01
2000 mg Mn.kg ⁻¹	0,47	0,02

Graf P. VI. Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách (% sušiny)

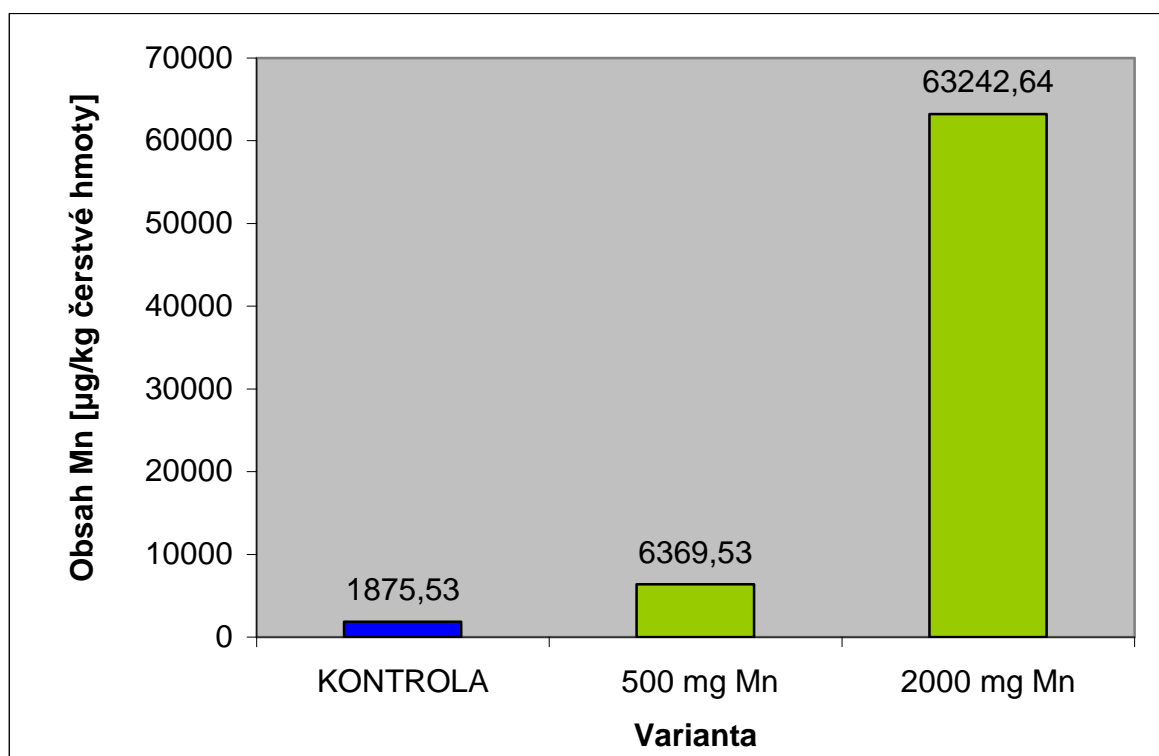


PŘÍLOHA P VII:

Tab. P. VII. Průměrný obsah manganu v bramborových hlízách ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty) a směrodatné odchyly měření (Sd)

Varianta	Obsah manganu [$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	1 875,53	2,55
500 mg Mn.kg ⁻¹	6 369,53	3,34
2000 mg Mn.kg ⁻¹	63 242,64	1,97

Graf P. VII. Průměrný obsah manganu v bramborových hlízách



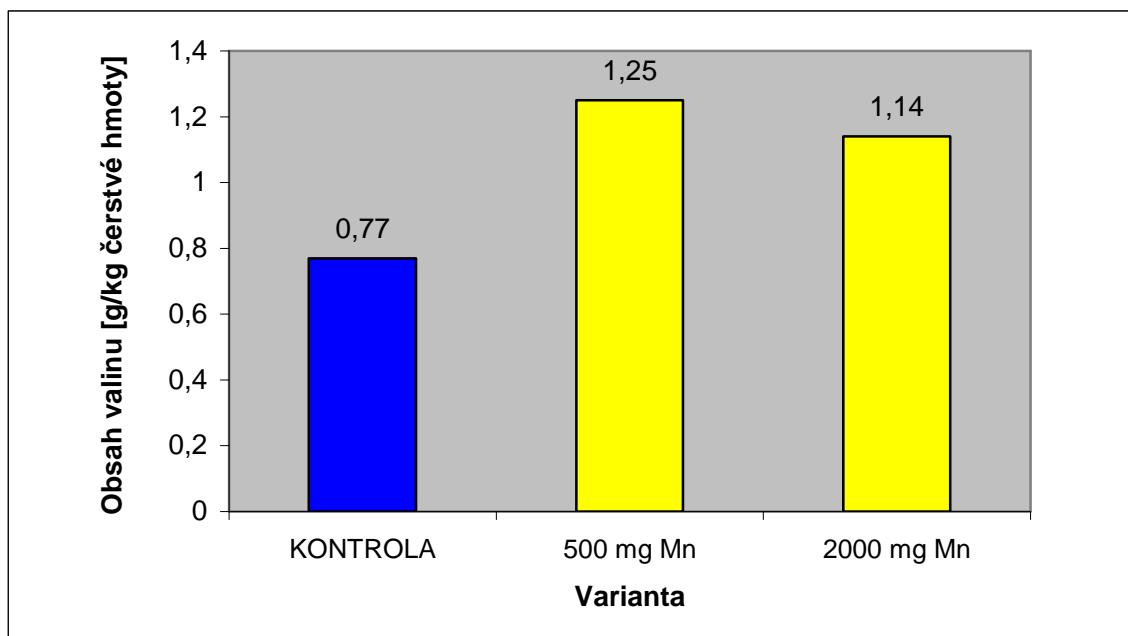
PŘÍLOHA P VIII:

Tab. P. VIII. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchytky měření (Sd)

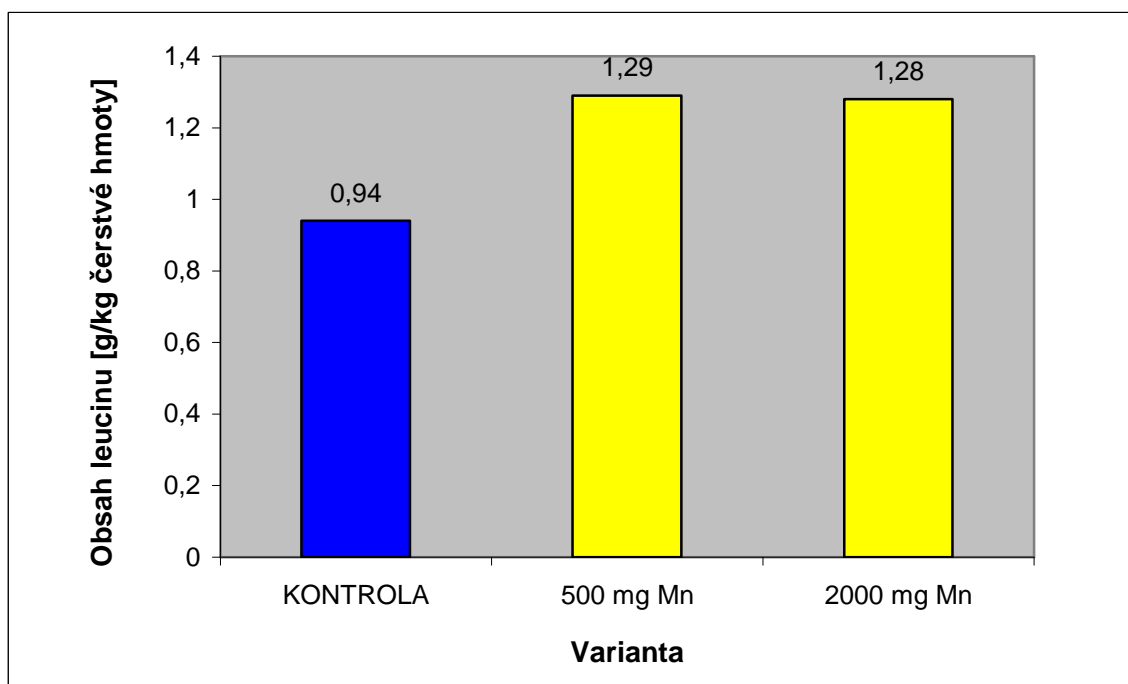
AMK	Obsah v kontrolní variantě	Sd	Obsah u varianty s 500 mg Mn.kg^{-1}	Sd	Obsah u varianty s 2000 mg Mn.kg^{-1}	Sd
Valin	0,77	0,08	1,25	0,08	1,14	0,06
Leucin	0,94	0,08	1,29	0,07	1,28	0,07
Isoleucin	0,56	0,05	0,83	0,04	0,75	0,04
Threonin	0,61	0,07	0,99	0,12	0,81	0,05
Methionin	0,34	0,03	1,16	0,46	0,52	0,03
Lysin	0,92	0,09	1,29	0,09	1,22	0,06
Fenylalanin	0,60	0,05	0,99	0,05	0,83	0,05
Histidin	0,29	0,04	0,45	0,02	0,45	0,02
Arginin	0,91	0,09	1,66	0,12	1,30	0,13
Cystein	0,32	0,04	0,81	0,31	0,42	0,02
Kyselina asparagová	2,98	0,39	5,44	0,39	4,90	0,41
Kyselina glutamová	1,66	0,27	3,08	0,14	2,91	0,22
Serin	0,63	0,05	0,87	0,04	0,79	0,06
Prolin	0,51	0,07	1,05	0,10	2,29	0,23
Glycin	0,53	0,05	0,74	0,04	0,74	0,04
Alanin	0,54	0,07	0,79	0,04	0,85	0,05
Tyrosin	0,40	0,04	0,58	0,03	0,54	0,03
Celkové množství aminokyselin	13,51	-	23,29	-	21,73	-

PŘÍLOHA P IX:

Graf P. VIII. Průměrný obsah valinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

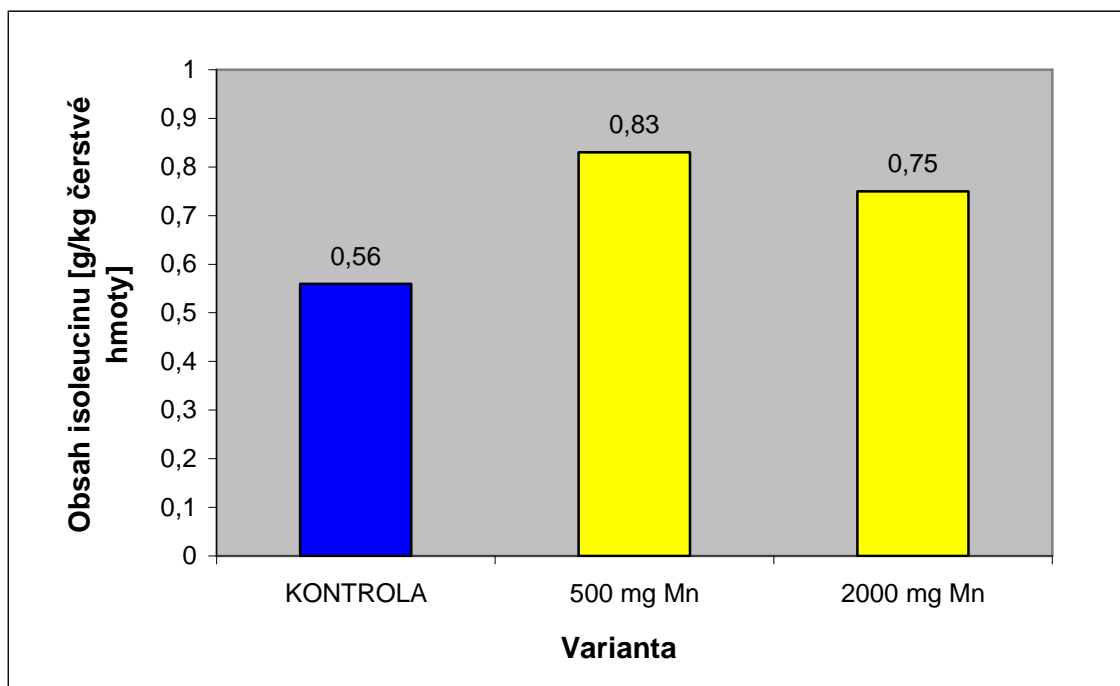


Graf P. IX. Průměrný obsah leucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

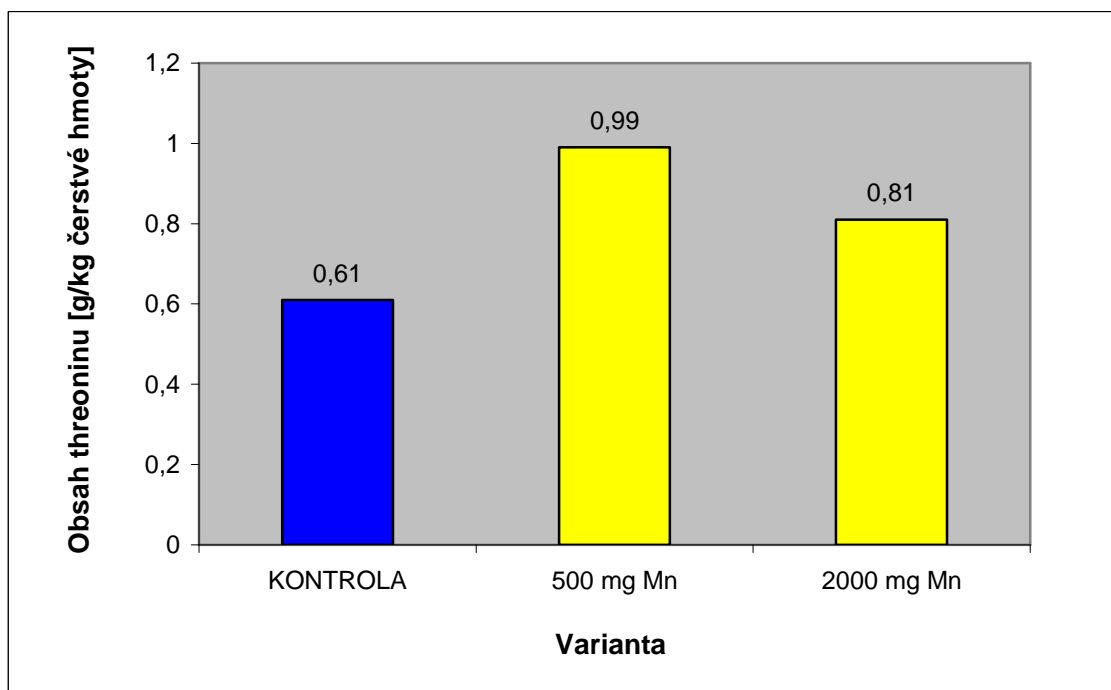


PŘÍLOHA P X:

Graf P. X. Průměrný obsah isoleucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

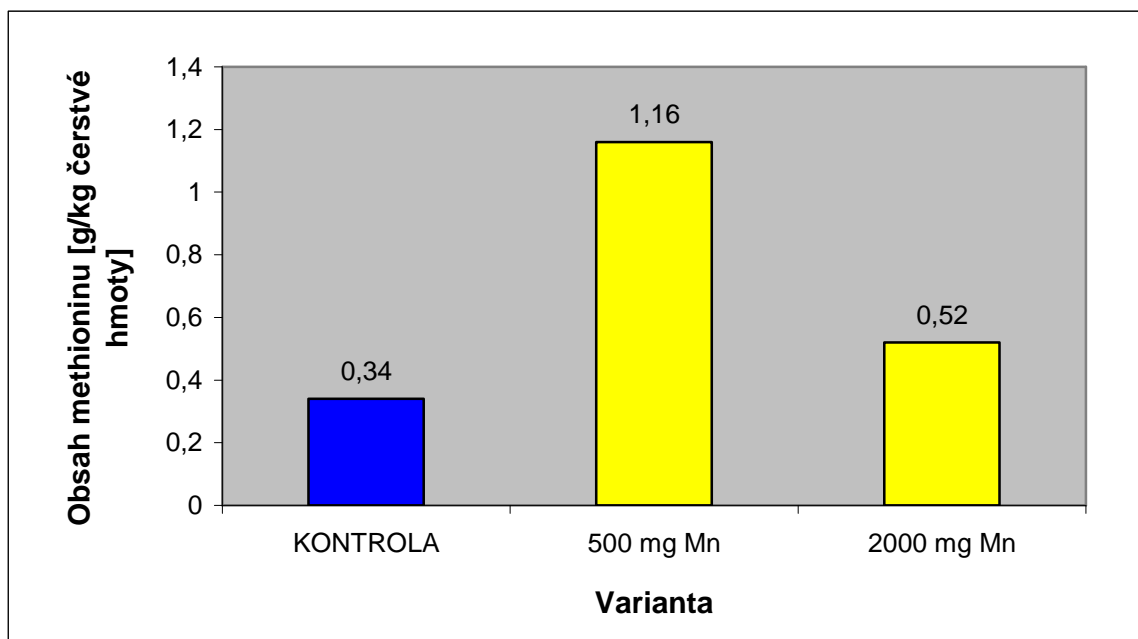


Graf P. XI. Průměrný obsah threoninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

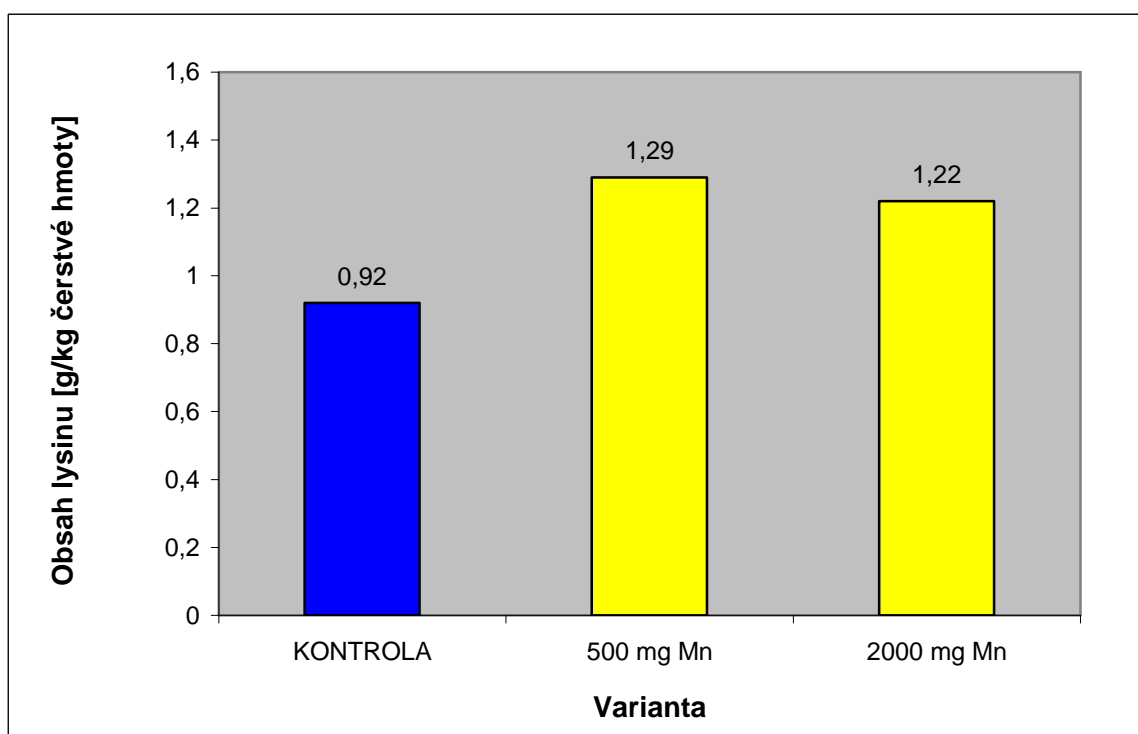


PŘÍLOHA P XI:

Graf P. XII. Průměrný obsah methioninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

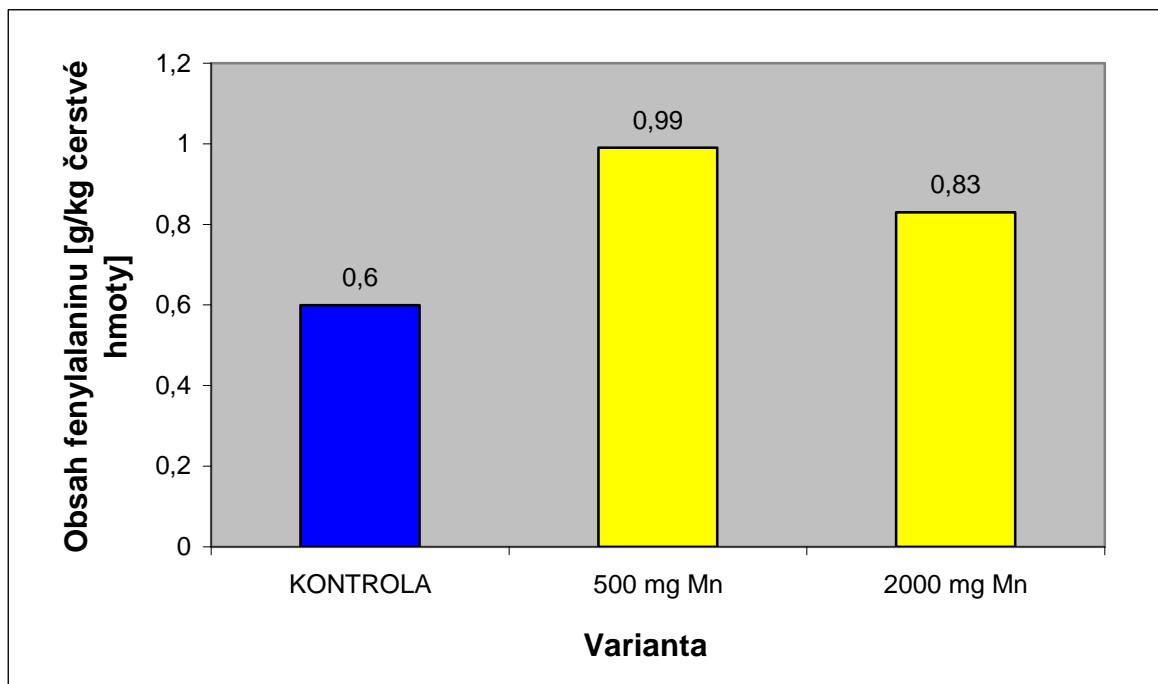


Graf P. XIII. Průměrný obsah lysinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

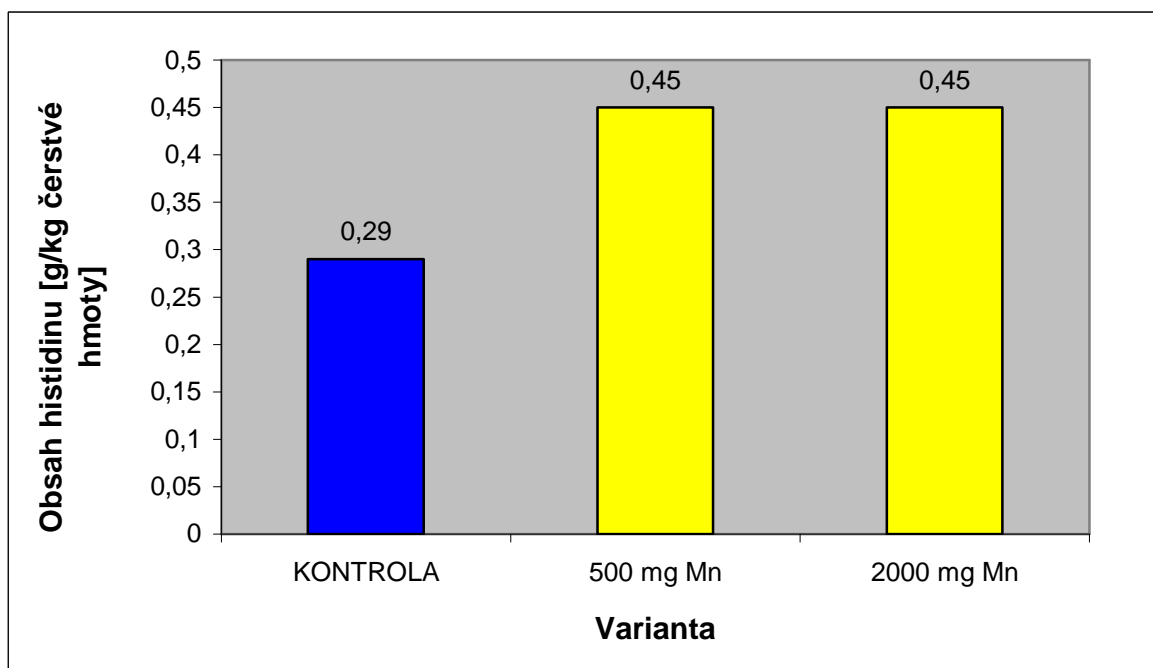


PŘÍLOHA P XII:

Graf P. XIV. Průměrný obsah fenylalaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

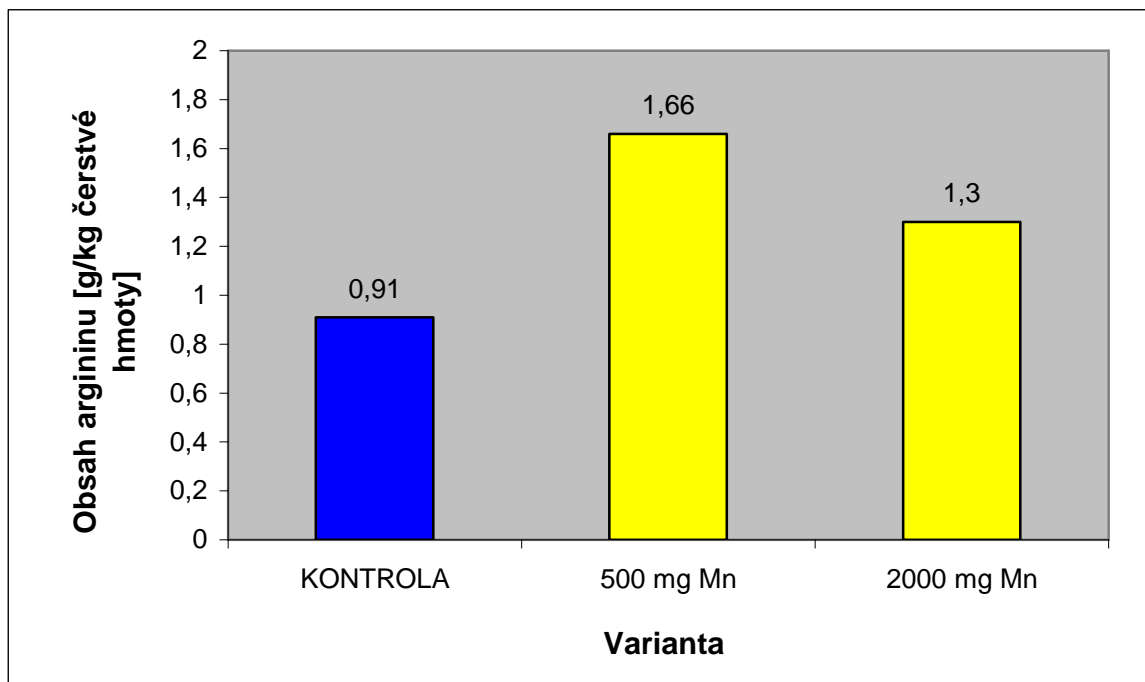


Graf P. XV. Průměrný obsah histidinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

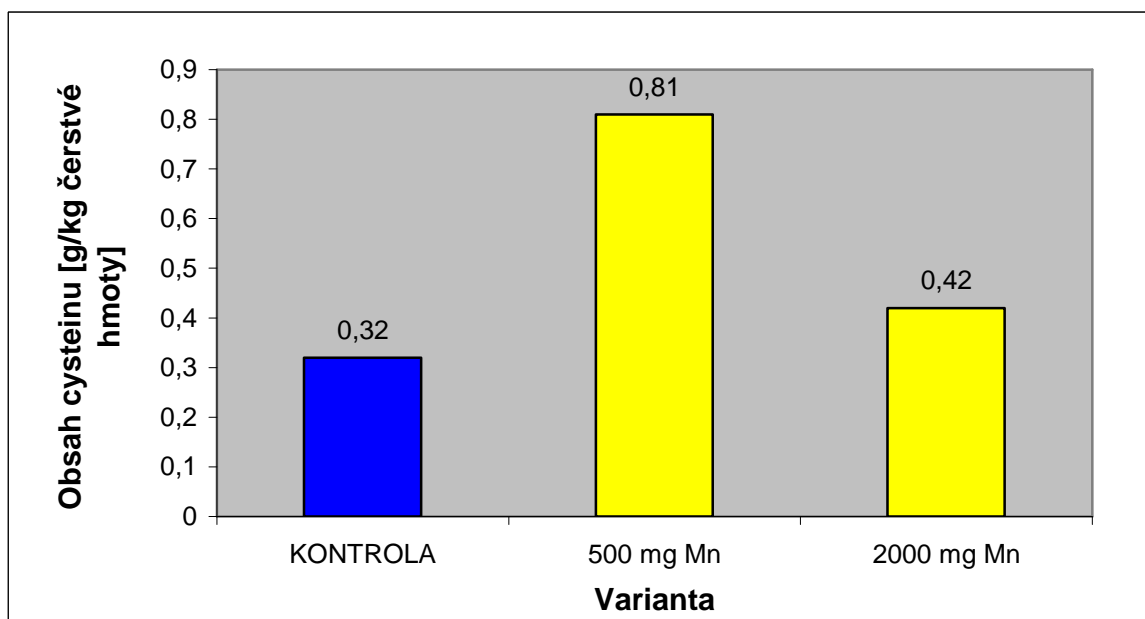


PŘÍLOHA P XIII:

Graf P. XVI. Průměrný obsah argininu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

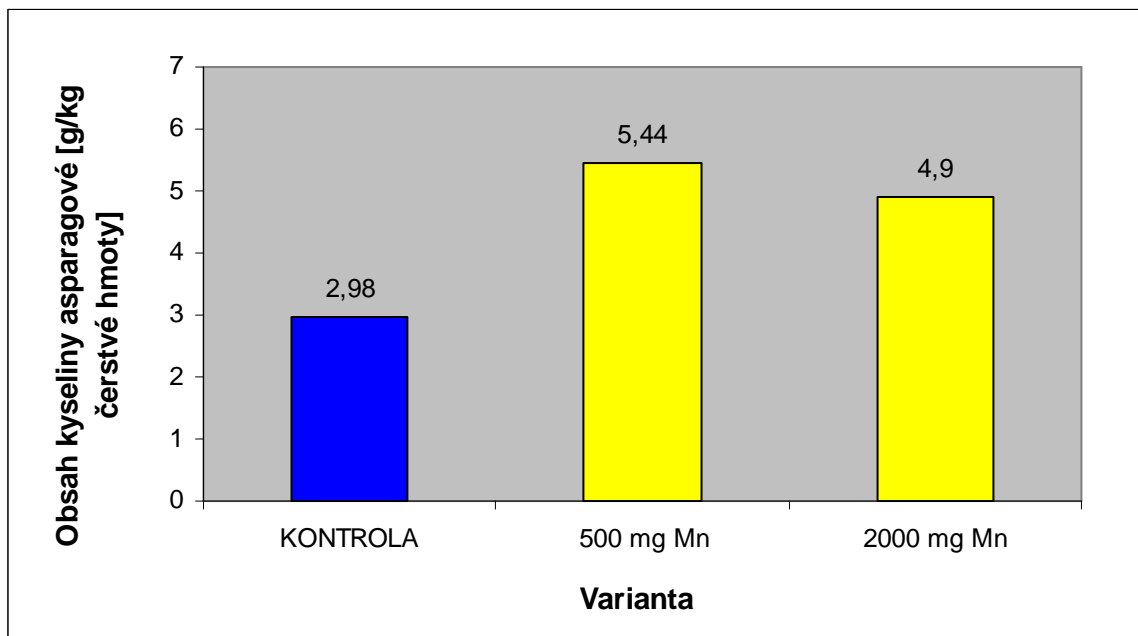


Graf P. XVII. Průměrný obsah cysteinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

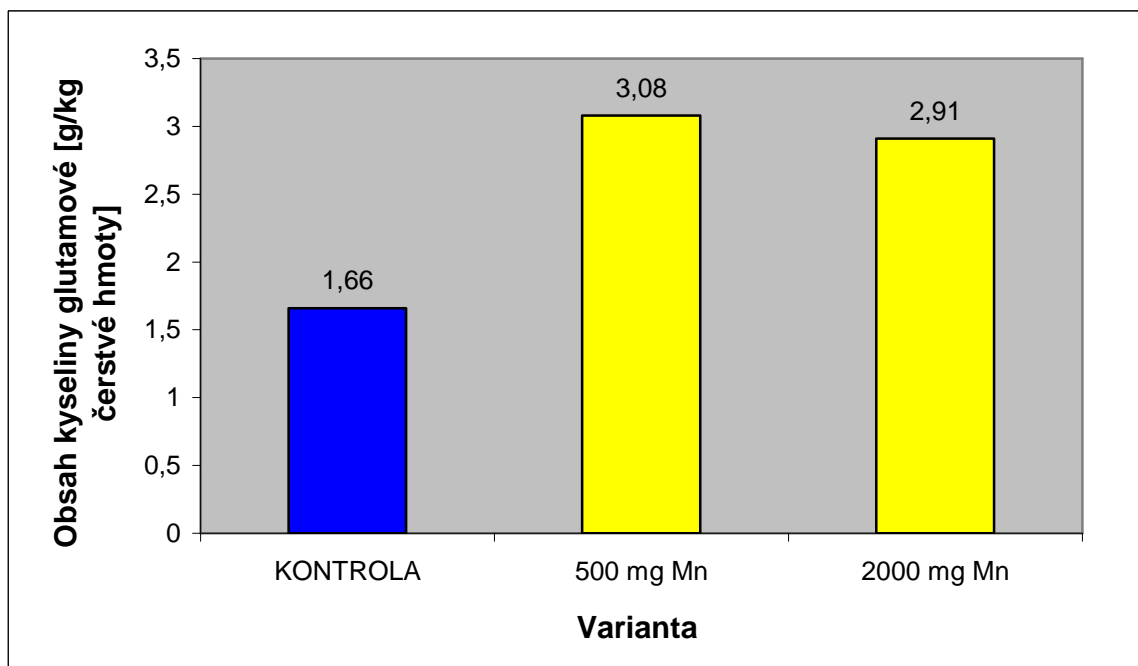


PŘÍLOHA P XIV:

Graf P. XVIII. Průměrný obsah kyseliny asparagové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

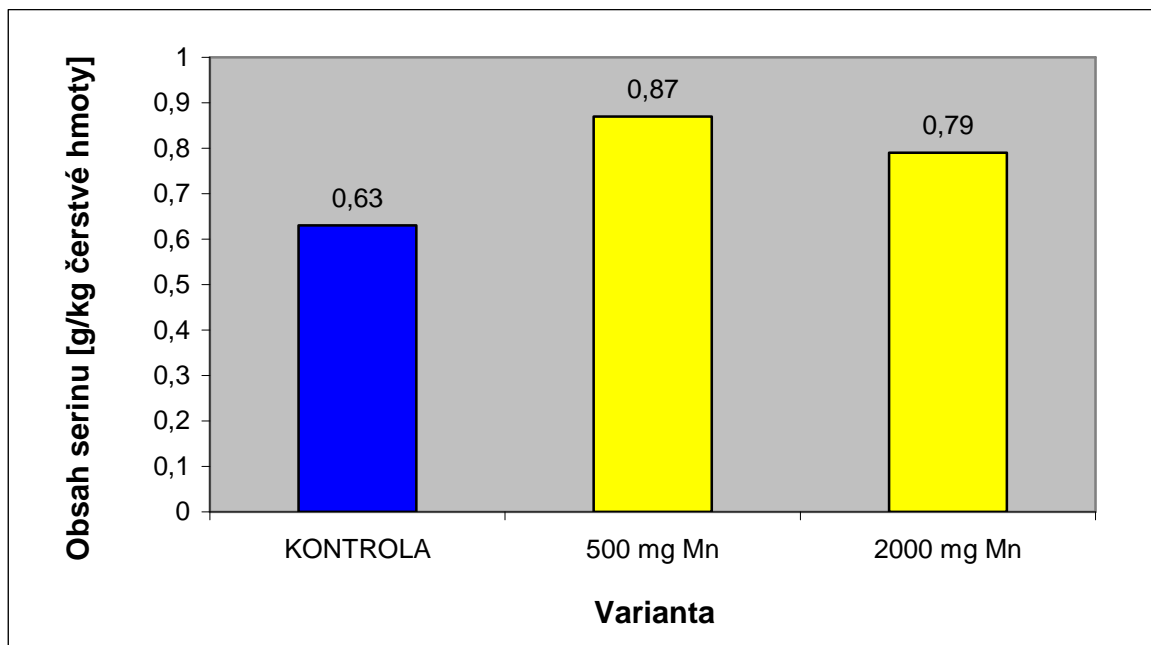


Graf P. XIX. Průměrný obsah kyseliny glutamové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

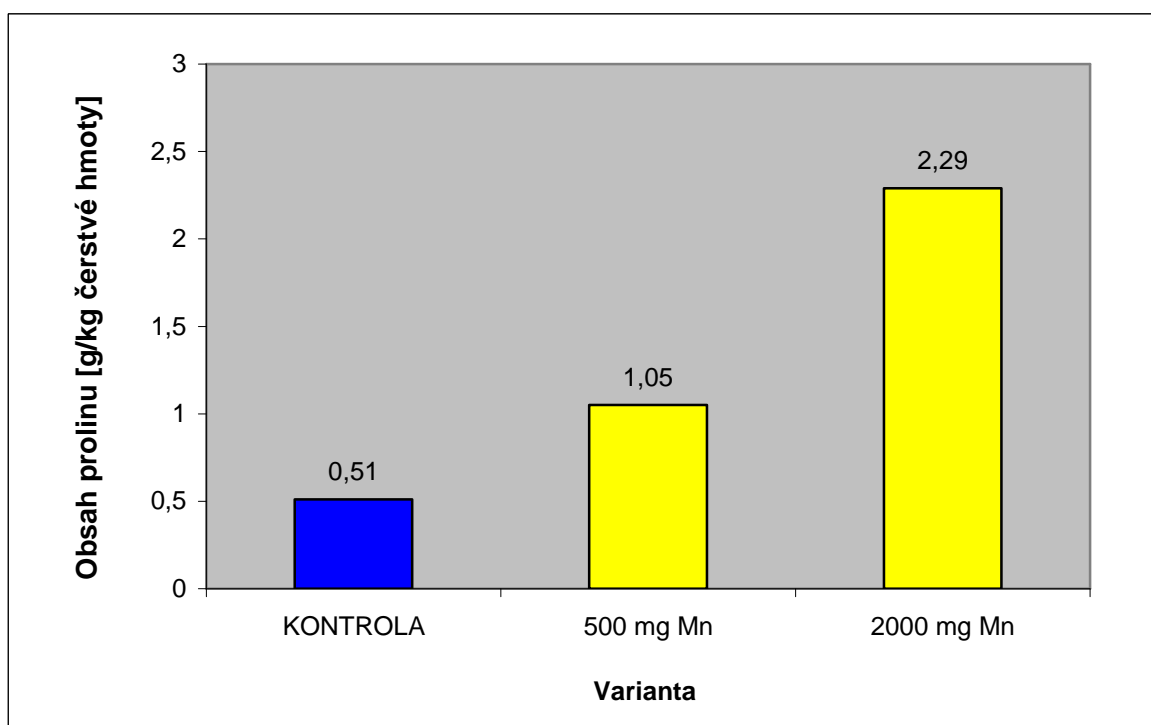


PŘÍLOHA P XV:

Graf P. XX. Průměrný obsah serinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

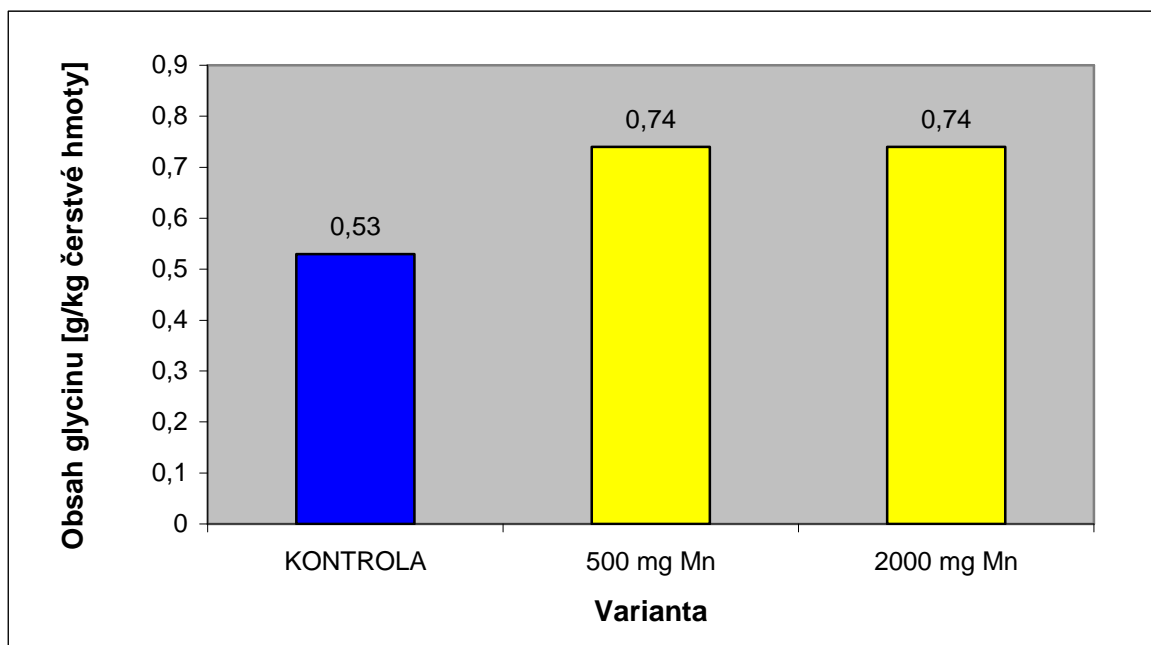


Graf P. XXI. Průměrný obsah prolinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

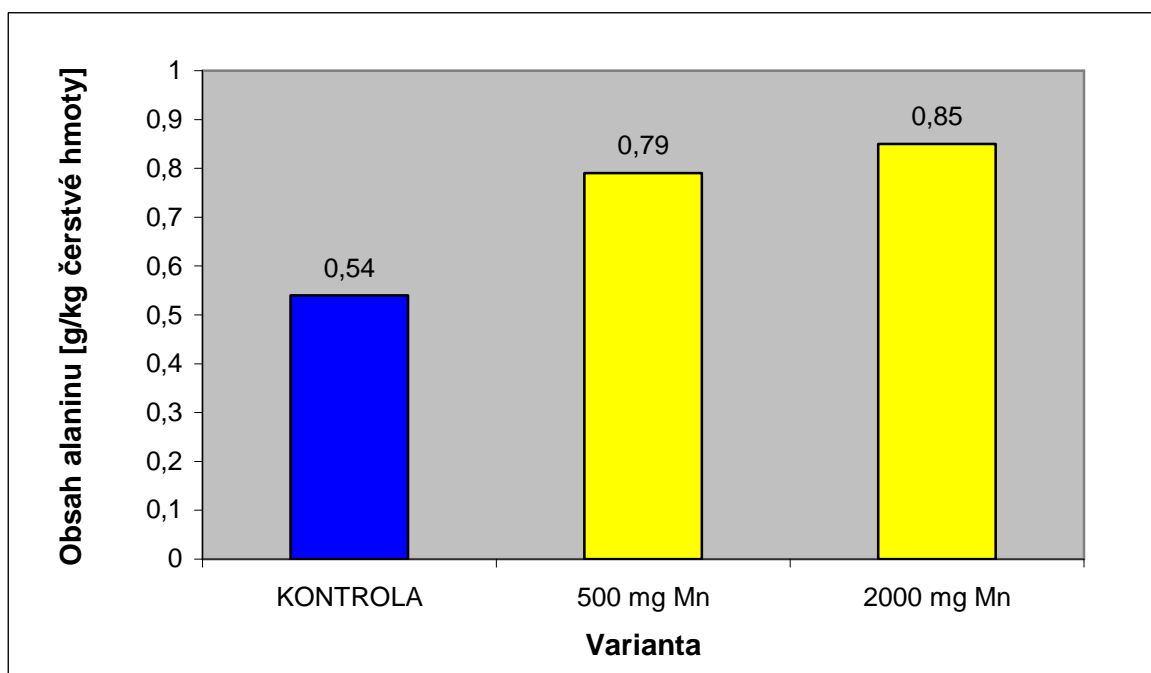


PŘÍLOHA P XVI:

Graf P. XXII. Průměrný obsah glycinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

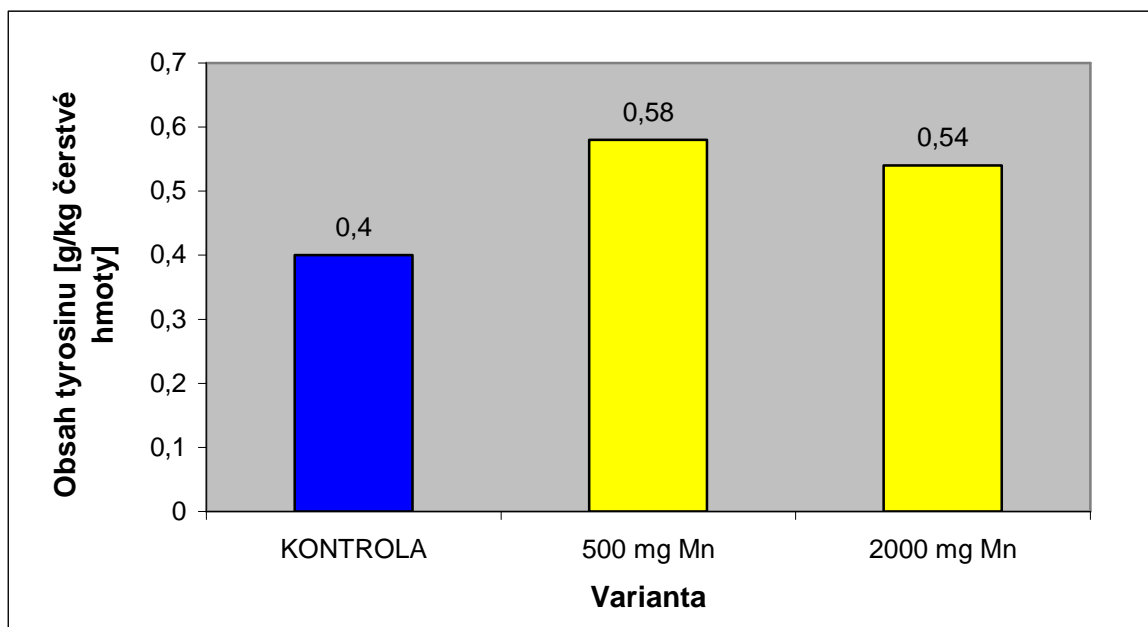


Graf P. XXIII. Průměrný obsah alaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

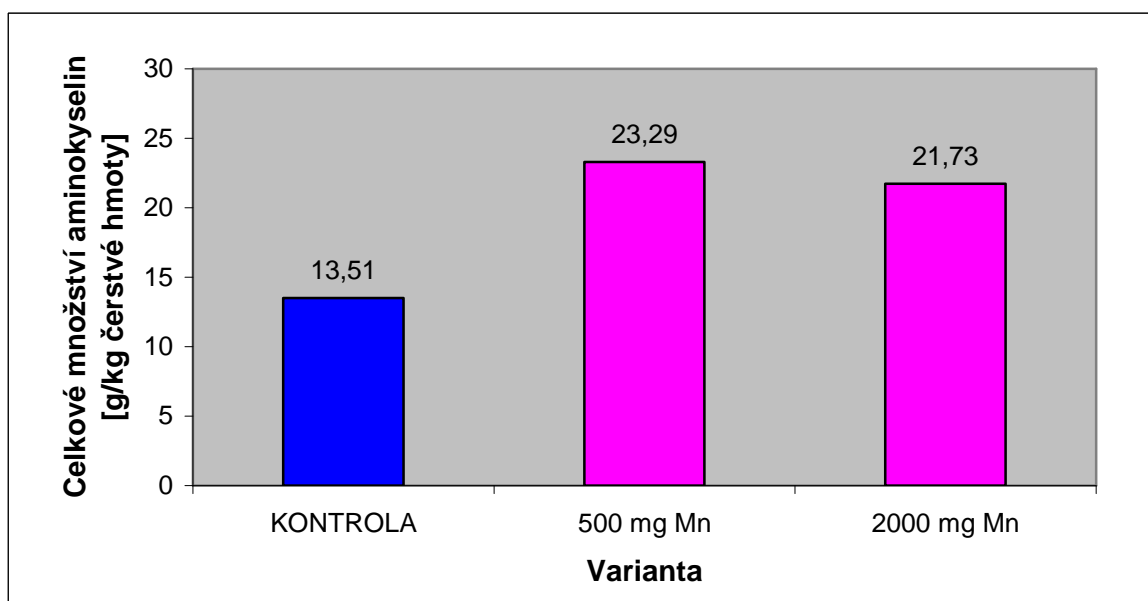


PŘÍLOHA P XVII:

Graf P. XXIV. Průměrný obsah tyrosinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)



Graf P. XXV. Průměrné celkové množství aminokyselin v bramborových hlízách z kontrolní varianty a z variant, kde bylo použito přídatku manganu do půdy ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)



PŘÍLOHA P XVIII:

Tab. P. IX. Obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g na 16 g dusíku)

AMK	Obsah v kontrolní variantě	Sd	Obsah u varianty s 500 mg Mn.kg ⁻¹	Sd	Obsah u varianty s 2000 mg Mn.kg ⁻¹	Sd
Valin	4,89	0,53	4,78	0,26	4,19	0,11
Leucin	5,96	0,73	4,95	0,24	4,72	0,16
Isoleucin	3,59	0,34	3,20	0,13	2,76	0,07
Threonin	3,92	0,54	3,79	0,40	2,97	0,10
Methionin	2,13	0,13	4,43	1,73	1,92	0,13
Lysin	5,87	0,56	4,96	0,36	4,49	0,13
Fenylalanin	3,84	0,45	3,78	0,16	3,08	0,07
Histidin	1,83	0,15	1,73	0,08	1,66	0,05
Arginin	5,80	0,63	6,38	0,43	4,79	0,38
Cystein	2,16	0,24	3,10	1,16	1,56	0,09
Kyselina asparagová	18,85	1,82	20,85	1,33	18,13	0,72
Kyselina glutamová	10,44	0,91	11,80	0,50	10,74	0,39
Serin	3,96	0,54	3,33	0,16	2,93	0,12
Prolin	3,19	0,57	4,01	0,34	8,58	0,55
Glycin	3,34	0,40	2,85	0,12	2,73	0,08
Alanin	3,36	0,43	3,02	0,11	3,13	0,09
Tyrosin	2,63	0,21	2,21	0,10	1,97	0,06
Celkové množství aminokyselin	85,76	-	89,19	-	80,35	-