

Vliv dusíku a fosforu na chemické složení bramborových hlíz

Hana Svobodová

Diplomová práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana SVOBODOVÁ**
Studijní program: **M 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a hygiena výživy**

Téma práce: **Vliv dusíku a fosforu na chemické složení
bramborových hlíz**

Zásady pro vypracování:

- 1. V literární části popište současné poznatky o výživě a pěstování brambor ve vztahu k jakostním ukazatelům bramborových hlíz.**
- 2. Založte a vedte pokus se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu v půdě. Jako indikační plodinu použijte velmi ranou odrůdu brambor.**
- 3. U vypěstovaných hlíz brambor sledujte výnosové parametry a provedte chemické analýzy na stanovení sušiny, škrobu, dusíku, fosforu a aminokyselin.**
- 4. Získané výsledky statisticky vyhodnoťte a srovnejte s nejnovějšími výzkumy publikovanými v této oblasti.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Otakar Rop, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce:

10. října 2005

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2006

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem mé diplomové práce bylo sledovat vliv stupňovaných dávek dusíku a fosforu 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, fosforu, dusíku, hrubé bílkoviny a jednotlivých aminokyselin. Vysoké množství dusíku použitého ke hnojení brambor sice zvyšovalo výnos hlíz, ale mělo negativní vliv na syntézu škrobu, bílkovin a aminokyselin. Stupňované dávky fosforu se projevily ve zvyšování obsahu tohoto prvku v sušině bramborových hlíz při současném snižování množství škrobu v čerstvé hmotě. Vliv fosforu na výnosové parametry brambor se projevily jako statisticky nevýznamný.

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

ABSTRACT

The aim of my diploma thesis was to follow the influence of graded concentrations of nitrogen and phosphorus on harvest and chemical composition of tubers of very earlymaturing 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, phosphorus, nitrogen, rough protein and single amino-acids. The high content of nitrogen used for fertilization of potatoes increased the harvest of tubers, but it had negative effect on synthesis of starch, proteins and amino-acids. The graded concentrations of phosphorus became evident by increase of content of this element in the dry matter of potato tubers at simultaneous decrease of content of starch in the fresh matter. The influence of phosphorus on the harvest parameters became evident as statistically insignificant.

Keywords: potatoes, nitrogen, phosphorus, fertilization, dry matter, starch, crude protein, 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 o moji práci. Stejně tak bych chtěla poděkovat Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady především při statistickém vyhodnocování výsledků. Rovněž bych chtěla poděkovat Ing. Martě Severové a celému 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. 2006

Hana Grofodová
.....

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝZNAM VÝŽIVY A HNOJENÍ ROSTLIN	11
1.1 MINERÁLNÍ LÁTKY V ROSTLINÁCH	11
1.2 DUSÍK V ROSTLINÁCH.....	12
1.3 FOSFOR V ROSTLINÁCH.....	14
2 BRAMBORY	15
2.1 ANATOMICKÁ STAVBA BRAMBOROVÉ HLÍZY	15
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÝCH HLÍZ	16
3 ŠKROB A BÍLKOVINY	20
3.1 CHARAKTERISTIKA ŠKROBU	20
3.2 CHARAKTERISTIKA BÍLKOVIN	22
3.2.1 Bílkoviny rostlinného původu	23
4 HNOJENÍ BRAMBOR.....	25
4.1 HNOJENÍ ORGANICKÝMI HNOJIVY	26
4.1.1 Zelené hnojení	26
4.1.2 Hnojení stájovými hnojivy	27
4.2 HNOJENÍ BRAMBOR DRASELNÝMI A HOŘEČNATÝMI MINERÁLNÍMI HNOJIVY	28
4.3 HNOJENÍ BRAMBOR DUSÍKATÝMI A FOSFOREČNÝMI MINERÁLNÍMI HNOJIVY	28
5 VLIV DUSÍKU A FOSFORU NA NĚKTERÉ NUTRIČNÍ UKAZATELE BRAMBOROVÝCH HLÍZ	30
5.1 VLIV DUSÍKATÉHO HNOJENÍ NA CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÝCH HLÍZ	30
5.1.1 Vliv hnojení dusíkem na obsah sušiny a škrobu v bramborových hlízách	32
5.1.2 Vliv hnojení dusíkem na obsah aminokyselin v bramborových hlízách.....	32
5.2 VLIV FOSFORU NA CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÝCH HLÍZ.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
6 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	37
7 METODIKA PRÁCE.....	38
8 VÝSLEDKY	40

8.1	VÝNOSOVÉ PARAMETRY	40
8.2	OBSAH SUŠINY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....	41
8.3	OBSAH ŠKROBU V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	41
8.4	OBSAH FOSFORU V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	42
8.5	OBSAH HRUBÉ BÍLKOVINY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	43
8.6	OBSAH AMINOKYSELIN V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH	44
9	DISKUSE	47
10	NÁVRHY A DOPORUČENÍ	55
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72

ÚVOD

Význam brambor je dán jejich vysokými produkčními schopnostmi tvorby organické hmoty obsahující látky důležité pro výživu člověka, zvířat a zpracovatelský průmysl. Pro tyto jejich vlastnosti je využívali Inkové již nejméně 2000 let před obsazením Jižní Ameriky Španěly. Brambory obsahují nejen látky, jež jsou energetickou složkou výživy, ale také důležité stavební látky a vitamíny. Vysoký obsah některých minerálních prvků činí z brambor zásaditou potravinu. Vývoj úpravy brambor pro lidský konzum probíhal od jednoduchých způsobů (opékání, vysoušení mrazem, vaření) do složitých výrob smažených lupínků, hranolků, mouček, konzervování až k výrobě mnoha polotovarů, které lze bez složitých úprav využít v moderních domácnostech. Podle požadavků spotřebitelů bylo vyšlechtěno mnoho odrůd stolních brambor s různou délkou vegetační doby, vhodných pro vaření ve slupce, na výrobu salátů, kaší nebo do těsta a i pro jiné výrobky.

Vzhledem k vysoké produkci sušiny na 1 hektar, kterou brambory převyšují produkci sušiny zrna obilnin v méně příznivých klimatických a půdních podmínkách, a vzhledem k vysokému obsahu škrobu (16 %) a nízkému obsahu stravitelné, ale vysoce hodnotné bílkoviny (1 %), znamenají brambory základní krmivo pro prasata a drůbež a zčásti i pro skot.

Pěstování brambor v České republice prošlo po roce 1989 závažnými změnami, které ovlivňují jejich uplatnění na trhu a rentabilitu pěstování. Především se podstatně rozšířily pěstitelské plochy raných brambor a při poměrně stabilních výnosech vzrostla produkce brambor z 1 hektaru. Zcela se změnila odrůdová skladba. Pěstitelé brambor ztratili jistotu odbytu, projevila se převaha nabídky nad poptávkou způsobená dovozem brambor.

Jedním ze základních faktorů vysoké produkce kvalitních brambor zůstává jejich hnojení. Optimalizace použití jednotlivých minerálních látek pro výživu brambor je významným trendem v pěstování této plodiny nejenom u nás, ale i v dalších zemích Evropské unie. Vhodně zvolené využívání dávek a forem hnojiv může podstatným způsobem ovlivnit kvalitu a výživovou hodnotu konečného produktu. Tato práce by měla být příspěvkem k řešení složitého problému vlivu obsahu jednotlivých živin v prostředí na chemické složení bramborových hlíz. Konkrétně jsem se zaměřila na vliv dusíku na

výnosové parametry, obsah sušiny, škrobu a dusíkatých látek v bramborových hlízách. Další částí práce bylo také sledování vlivu fosforu na výnosové parametry brambor a obsah sušiny, fosforu a škrobu v bramborových hlízách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM VÝŽIVY A HNOJENÍ ROSTLIN

Růst a vývoj rostlin i jejich vysoké a kvalitní sklizně jsou dnes nemyslitelné bez dostatečné a vyhovující výživy rostlin. Rostlina přijímá živiny z prostředí, ve kterém žije. Z ovzduší přijímá uhlík ve formě oxidu uhličitého, vodík a kyslík je potom rostlinou získáván z vody. Ostatní živiny, kterými jsou především dusík, fosfor, draslík, vápník a hořčík (označujeme je jako tzv. makroelementy) jsou rostlinami přijímány z půdy. Půdní prostředí je také zdrojem prvků, které označujeme jako mikroelementy – ty jsou pro rostliny nezbytné pouze v malém množství, ale při jejich nedostatku dochází v rostlinném organismu k poruchám metabolismu. To se může projevit snížením výnosu a deformacemi rostlinných orgánů [1].

Živiny jsou rostlinami přijímány ve formě iontů z půdního roztoku. Vikvovité rostliny (*Fabaceae*) mají schopnost přijímat dusík také z ovzduší prostřednictvím bakterií rodu *Rhizobium* [2]. Oxid uhličitý se dostává ze vzduchu do rostlin listovými průduchy. Touto cestou je rostlina schopna přijímat i ostatní živiny rozpuštěné ve vodě. Toho se využívá v praxi k přihnojení rostlin postřikem na list (foliární výživa) [3].

Pro tvorbu vysokých a jakostních sklizní je nutné, aby rostlina přijala dostatek živin ve vhodném poměru. Vyvážený poměr živin, který je závislý na druhu a odrůdě, zaručuje jejich optimální využití při tvorbě hospodářsky významných orgánů rostlin. Příjem živin není závislý jen na jejich množství v prostředí, ale také na půdním druhu, chemických a fyzikálních vlastnostech půdy, klimatických podmínkách, vlhkosti půdy a na vzájemné interferenci prvků [4].

1.1 Minerální látky v rostlinách

Zelené rostliny patří mezi autotrofní organismy, které si všechny organické látky nutné pro stavbu svého těla opatřují z anorganických sloučenin [5]. Prvky potřebné pro růst a normální vývin rostlin a ve své funkci nenahraditelné jinými chemickými prvky nazýváme rostlinnými živinami [6].

Rostliny obsahují relativně hodně vody. Většina vegetativních orgánů obsahuje 80 – 95 % vody a 5 – 20 % sušiny [7]. Rostliny vytváří sušinu z oxidu uhličitého ze vzduchu a z vody a minerálních solí z půdy. Sušinu tvoří organické a minerální látky – přitom je v sušině v průměru obsaženo 45 % uhlíku, 42 % kyslíku a 7 % vodíku [8].

Ostatní prvky přijímané rostlinami tvoří jen 6 % sušiny. Z toho připadá v průměru 1,5 % na dusík a 4,5 % na popeloviny. I přes nízký obsah mají popeloviny v životě rostlin mimořádný význam. Bez jejich účasti, stejně jako bez přítomnosti dusíku, ale i cukrů a jiných bezdusíkatých organických látek není možná tvorba bílkovin [9].

Podle fyziologických a biochemických vlastností rozdělujeme prvky v rostlinném těle následovně:

- a) makroelementy – dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík – rostlina tyto prvky potřebuje pro stavbu svého organismu,
- b) mikroelementy – železo, mangan, zinek, měď, bór, molybden – rostlina potřebuje tyto prvky jen v malé míře jako součást enzymových systémů,
- c) prvky užitečné – sodík, chlór, křemík, hliník, vanad, kobalt, titan – tyto prvky potřebují jen některé rostliny, pro většinu rostlin jsou jinak toxické [10].

1.2 Dusík v rostlinách

Všeobecně uznávaná úloha dusíku v životě rostlin je sice stará více než 150 let, ale přesto teprve vznik moderních chemických a biochemických metod objasnil podrobněji nezbytnost a funkci tohoto prvku v jednotlivých úsecích látkové výměny. Dusík jako složka chlorofylu spoluzajišťuje přeměnu kinetické sluneční energie na energii chemickou, sám je v rostlině základní stavební látkou všech aminokyselin, ze kterých je potom složena každá molekula bílkoviny [11].

Dusík je součástí pyrimidinových a purinových bází nukleových kyselin, které kódují nejen genetickou informaci, ale i vlastní syntézu bílkovin v polypeptidovém řetězci (m RNA). Dusík zasahuje do rostlinného metabolismu v souvislosti s enzymy, vitamíny a dalšími biokatalytickými látkami [12].

Rostlina přijímá dusík ze dvou forem, a to jako dusičnanový aniont (NO_3^-) a amonný kationt (NH_4^+). Obě formy jsou mobilní, dobře metabolicky využitelné, ale mají značně rozdílný význam, úměrný jejich oxidačnímu stupni [13]. Vikvovité rostliny jsou schopny získávat také vzdušný dusík (N_2) díky jejich symbióze s hlízkovými bakteriemi [6].

Za normálních podmínek má nitrátový dusík pro výživu rostlin největší význam. Kořeny ho přijímají aktivně ve směru elektrochemického gradientu. Zejména na půdách s kyselým pH jeho příjem převažuje. Naopak na půdách alkalických rostlina více přijímá NH_4^+ formu [1].

Nitrátový dusík je hlavním zdrojem dusíku pro výživu rostlin. Dříve než může být metabolizován, musí ho rostlina redukovat na amoniak (NH_3). Enzymy, které se účastní tohoto procesu jsou nitrátoreduktázy a nitritoreduktázy. Nitrátoreduktáza katalyzuje první stádium redukce, a tím je přeměna NO_3^- na dusitanový aniont (NO_2^-). Tato reakce probíhá v cytoplasmě. Další redukce NO_2^- na NH_3 probíhá v chloroplastech a je zajišťována působením enzymu nitritoreduktázy [11].

Kumulace nitrátů představuje v rostlině rozdíl mezi jejich příjmem a redukcí. Některé rostliny se vyznačují velkým příjmem dusičnanů a neefektivní redukční schopností. Tyto rostliny mají tendenci kumulovat nitráty a řadíme k nim špenát, celer, zeleninovou řepu, ředkvičky a salát [14].

Enzym glutaminsyntetáza vyvolává v rostlinném těle reakci, při níž glutamát funguje jako akceptor NH_3 za vzniku glutaminu. Reakce je endotermní a vyžaduje ATP a hořečnaté kationty (Mg^{2+}). ATP je dodáván fotosyntetickou fosforylací. Přítomnost glutaminsyntetázy v chloroplastech zajišťuje, že amoniak vzniklý po redukcí nitrátu může být utilizován. V glutamátu a glutaminu vázaný dusík může být přenášen na jiné oxokyseliny transaminací [11].

Dalším stupněm po asimilaci rostlinou přijatého dusíku je syntéza vyšších dusíkatých sloučenin o velké molekulární hmotnosti. Z těchto makromolekul jsou to především proteiny a nukleové kyseliny. Nízkomolekulární dusíkaté látky a aminokyseliny slouží jako stavební jednotky proteosyntetické reakce. Jedním z principů hospodaření dusíkem je u rostlin jeho reutilizace. Jejím základem na metabolické úrovni je velice rozvinutý transaminační metabolismus, který umožňuje vratný přenos aminoskupiny přes celou řadu meziproductů. Takto dusík už jednou zabudovaný neztrácí hodnotu energie organické vazby a je snadno dále metabolizován [10].

1.3 Fosfor v rostlinách

Rostliny přijímají fosfor ve formě dihydrogenfosforečnanového aniontu (H_2PO_4^-) a hydrogenfosforečnanového aniontu (HPO_4^{2-}). Intenzita příjmu je závislá na obsahu kyslíku v půdě a světle, které působí stimulačně na jeho příjem, ale i na poměru obou aniontů v prostředí. Příjem fosforu z půdy je inhibován přítomností volných hydroxylových iontů v půdním roztoku [15].

Zabudování anorganického fosforu do organických forem je velmi rychlé a po 10 minutách od přijetí tohoto prvku rostlinou se již více než 80 % přijatého fosforu objevuje v organických vazbách. Pro transport fosforu z kořenů do nadzemních částí rostlin se organické formy defosforylují hydrolytickými fosfatázami, které uvolňují fosfor z organických vazeb. Fosfatázy jsou přítomny zejména ve vakuolách, kde se fosfor hromadí v anorganické podobě [11].

Funkci fosforu v rostlině můžeme rozdělit na energetickou a stavební. Energetická funkce je charakterizována schopností ortofosfátu tvořit esterické vazby s cukry o energii několika $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ fosforu. Pro rostliny je energeticky nejvýznamnější soustava ADP s anorganickým fosforem. Stavební funkce fosforu vychází rovněž z tvorby esteru s cukry a cukernými deriváty - mezi tyto důležité látky patří mono- a dinukleotidy, složky enzymů oxidativního charakteru a rozsáhlou skupinou jsou také fosfoglycidy, fosfolipidy a fosfatidy [16].

Rostliny potřebují značná množství fosforu již v počátečních stádiích růstu. Tento fosfor získávají z fytinu v semeni a dále z lehce přístupných forem fosforečných sloučenin z vnějšího prostředí. V této fázi růstu kořenový systém není ještě plně rozvinut, a proto má velký význam hladina přijatelného fosforu v blízkosti primárních kořenů [1].

2 BRAMBORY

Dnešní kulturní brambory (*Solanum tuberosum L.*) patří botanicky do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*) [17]. Původní oblasti výskytu brambor bychom našli v Chile a v horských oblastech Peru [18]. Do Evropy se dostaly okolo roku 1565 a hospodářskou důležitost získaly prvně v Irsku, kde se v 17. století staly základní potravinou. 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. V roce 1781 jsou brambory uváděny i v Čechách jako levná potravina a vhodné krmivo pro hospodářská zvířata. Největší rozmach v pěstování brambor byl zaznamenán v první polovině 19. století, zejména zvýšením poptávky po bramborách průmyslových [19].

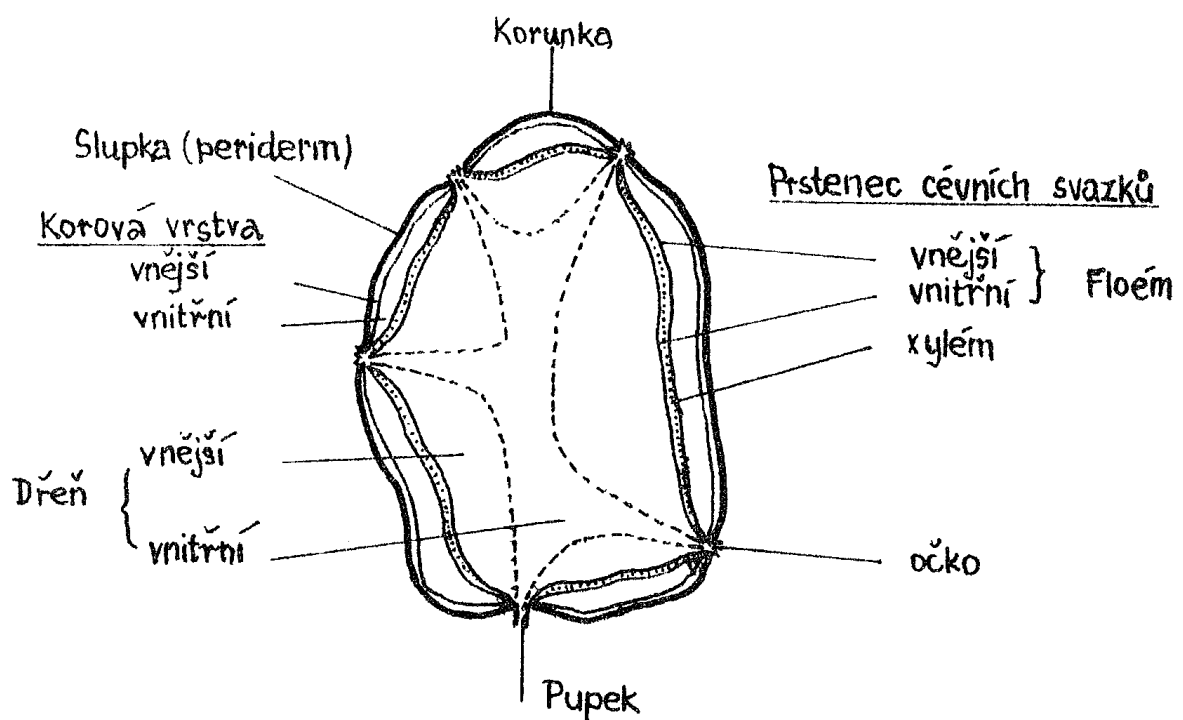
Brambory jsou dnes pro své mnohostranné použití významnou hospodářskou plodinou, z hlediska lidské výživy zauímají čtvrté místo za rýží, pšenicí a kukuřicí [20]. Průměrná spotřeba brambor je v zemích EU kolem 80 kg na osobu a rok. V naší republice se uvádí roční spotřeba v rozmezí 75 – 85 kg, zatímco například v USA je to jenom 55 kg [21].

2.1 Anatomická stavba bramborové hlízy

U brambor se již v prvních fázích růstu tvoří v podzemních částech stonku adventivní kořeny a stolony. Jako stolony označujeme metamorfované stonky bez chlorofylu. U kulturních brambor jsou krátké (do 250 mm). Jejich délka rozhoduje o rozložení hlíz pod trsem a je pro jednotlivé odrůdy charakteristická. Po fázi prodlužovacího růstu začíná vrcholový pupen stolonu dužnatět a tvoří se tak bramborová hlíza [22].

Na bramborové hlíze rozeznáváme část pupkovou, která souvisí se stolonem, protilehlá část hlízy se nazývá korunková. Vnější obal tvoří slupka (periderm), skládající se ze z korkovatělých buněk. Je v průměru 0,15 mm tlustá. Má ochraňovat hlízy před ztrátou vlhkosti a před infekcí plísní. Zkorkovatělé buňky dávají slupce hnědé zabarvení. V této vrstvě se při poranění tvoří suberin za přítomnosti vzdušného kyslíku a nasycených mastných kyselin [19]. Pak následuje korová vrstva, která má dvě zóny. Zóna ležící ihned pod peridermem, asi 2 mm silná, je tvořena malými buňkami chudými na škrob, ale

bohatými na bílkoviny. Druhou navazující zónu, sahající až k cévním svazkům, tvoří parenchymální buňky bohaté na škrob. Další vrstvou jsou cévní svazky, na řezu hlízy zřetelné jako prstenec. Cévní svazky jsou u bramborové hlízy tvořeny vnějším floémem, který slouží pro vedení organických látek, dále potom xylémem zajišťujícím vodní transport a vnitřním floémem. Na cévní svazky navazuje vnější dřev s velkými vodnatými buňkami. Vnitřní dřev je patrné jako tmavé jádro. Dřev je tvořeno 0,1 - 0,2 mm velkými parenchymálními buňkami. Buněčná stěna je na vnitřní straně tvořena hlavně celulosou a na vnější straně jsou uloženy pektiny, hemicelulosa a proteiny [20].



Obr. 1. Řez bramborovou hlízou

2.2 Chemické složení bramborových hlíz

Hlízy jsou jediným využitelným orgánem bramborového trsu. Jejich vnitřní i vnější kvalita a hodnota jsou proto rozhodující pro všechny užitkové směry. Hodnota hlíz je dána především jejich chemickým složením, které z nich vlastně vytváří potravinu a průmyslovou surovinu [23].

K rozhodujícím parametrům patří obsah sušiny, který ovlivňuje kvalitu produktu a rentabilitu zpracování. U brambor určených k přímé spotřebě je vyšší obsah sušiny charakteristický pro varný typ C (tabulka II na str. 19), u salátových odrůd (varný typ A) je obsah sušiny nižší. U odrůd určených pro zpracování na potravinářské výrobky a na výrobu škrobu a lihu je relativně vysoký obsah sušiny podmínkou [24].

Základní složkou sušiny je škrob, který je v hlíze uložen ve formě škrobových zrn, která se nacházejí především v parenchymu po obou stranách kambiálního prstence. Škrobová zrna jsou tvořena amylozou a amylopektinem (v poměru 1 : 4). Obsah škrobu v hlízách kolísá v našich klimatických podmínkách v rozmezí 13 – 24 % čerstvé hmoty podle odrůdy. Bramborový škrob je pro lidský organismus stravitelný až po tepelné úpravě hlíz. Je nepostradatelnou surovinou pro celou řadu průmyslových odvětví [19].

Jednodušší cukry ve vyzrálých a dobře skladovaných hlízách se sice nacházejí v malém množství (0,5 %), ale mají velký význam při zpracování brambor. Obsah cukrů výrazně ovlivňuje teplota skladování brambor, pod 10 °C stoupá podíl redukujících cukrů i sacharosy. Obsah těchto cukrů potom nepříznivě ovlivňuje barvu a chuť výrobků z brambor (Maillardova reakce).

Neškrobové polysacharidy, které tvoří hlavně buněčné stěny, jsou označovány jako hrubá vláknina. Hlavní složkou jsou celuloza, hemicelulosa, pentosany a pektinové látky. Pektinové látky je možno rozdělit na rozpustný podíl a silně polymerizovaný protopektin. V průběhu zrání hlíz obsah protopektinu stoupá, při skladování jeho množství klesá, s čímž souvisí rozvářivost hlíz (tabulka II na str. 19).

Další složkou bramborové hlízy jsou dusíkaté látky. Nejdůležitější podíl z nich představuje čistá bílkovina (tuberin), která patří z hlediska výživy člověka mezi nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu vůbec. Ze všech dusíkatých látek tvoří v hlíze až 50 %. Zbytek dusíkatých látek je potom zastoupen ve formě volných aminokyselin (3,4 %), amidů (36 %), dále jsou přítomny bazické dusíkaté sloučeniny, purinové deriváty adeninu aj. [22].

Obsah tuku v hlízách je velmi nízký (0,1 %) a prakticky neovlivňuje jejich kalorickou bilanci [19].

Minerální látky (popeloviny) jsou obsaženy v hlíze v průměru v množství 1 % čerstvé hmoty. Jejich výskyt je vázán zejména na slupku. Biologický význam minerálních

látek v bramborách spočívá v převaze zásadotvorných minerálních prvků (K, Na, Ca, Mg), jež jsou zastoupeny asi ze 70 %. Tím konzumace brambor přispívá k vyrovnávání acidobazické rovnováhy v lidském organismu [23].

Z hlediska vitamínů mohou být brambory cennou potravinou. Ve 100 g čerstvé hmoty je obsaženo v průměru 15 mg vitamínu C, 1,2 mg kyseliny nikotinové, 0,46 mg kyseliny pantotenové, 0,11 mg thiaminu, 0,05 mg riboflavinu a 0,19 mg pyridoxinu. Kolísání obsahu vitamínů je odvislé od odrůdy a klimatických podmínek. Největší změny v obsahu nastávají u vitamínu C. Při dozrávání jeho obsah klesá, stejně tak při skladování, takže na jaře činí jeho podíl jen 40 – 70 % po sklizni přítomného množství [19].

Průměrný obsah organických kyselin v bramborových hlízách je 2 % čerstvé hmoty. Zastoupeny jsou zejména kyselina citrónová a jablečná.

Glykoalkaloidy jsou uváděny pod společným označením solanin. Jsou to přirozené toxiny, které se vyskytují ve všech částech rostlin brambor. Nejvyšší množství se nachází v květech, nezralých bobulích, mladých listech a klíčcích. V hlízách je jich mnohem méně. Obsah glykoalkaloidů ovlivňuje stupeň zralosti. U většiny kulturních odrůd se glykoalkaloidy vyskytují v rozmezí 12 – 150 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty [22]. Hygienický limit jejich obsahu je přitom podle platné české legislativy 200 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty [25].

Barevné látky (pigmenty) v dužnině hlíz patří mezi karotenoidy. Všechny jsou účinnými antioxidanty a u některých je prokázán příznivý vliv na prevenci rakoviny. Vedle odrůdy obsah karotenoidů ovlivňují klimatické podmínky a stupeň zralosti. Slupky některých odrůd mají červené nebo modré zbarvení, jež je přičítáno antokyanům [19].

Tabulka I. Chemické složení bramborové hlízy podle ADLERA (1971) [26]

Složka	Průměrný obsah (%)	Rozpětí v obsahu (%)
Voda	76,3	63,2 – 86,9
Sušina	23,7	13,1 – 36,8
Škrob	17,5	8,0 – 29,4
Dusíkaté látky	2,0	0,7 – 4,6
Cukry	0,5	Stopy – 8,0
Vláknina	0,7	0,2 – 3,5
Tuk	0,1	0,04 – 0,9
Minerální látky	1,1	0,4 – 1,9

Tabulka II. Varné typy brambor [27]

Varný typ	Konzistence	Užití
A	pevná, nerozvařivá, lojovitá	do salátů, jako příloha
B	polopevná, polomoučná, nerozvařivá nebo slabě rozvařivá	pro přípravu jídel všeho druhu, jako příloha
C	měkká, moučná, středně rozvařivá	především pro přípravu těst a kaší

3 ŠKROB A BÍLKOVINY

3.1 Charakteristika škrobu

Škrob je nejvýznamnějším zdrojem sacharidů v potravě člověka. Je to zásobní polysacharid rostlin (obiloviny, brambory, luštěniny, zeleniny). Je za studena nerozpustný ve vodě [28]. Škrob je tvořen α – glukosidovými řetězci. Sloučenina, která dává hydrolyzou pouze glukosu je homopolymer zvaný glukosan nebo glukukan [29].

Škrob není jednotnou látkou, nýbrž směsí dvou polysacharidů, a to amylosy (20 %) a amylopektinu (80 %) [30]. Amylosa je rozpustná ve vodě a barví se roztokem jodu modře. Základ její struktury tvoří maltosové jednotky spojené vazbou (1 \rightarrow 4) v dlouhé lineární řetězce spirálovitě svinuté. Molekula amylosy obsahuje 250 – 1000 glukosových zbytků. Kyselou hydrolyzou se amylosa štěpí přes maltosu na D – glukosu.

Druhou složku škrobu tvoří amylopektin, který je nerozpustný ve vodě a v teplé vodě pouze bobtná. Jodem se barví fialově. Skládá se asi z 3000 glukosových zbytků. Glukosové zbytky však netvoří pouze řetězce přímé (jako u amylosy), ale i rozvětvené. V molekule amylopektinu se kromě vazeb mezi 1. a 4. uhlíkem vyskytují i vazby 1 \rightarrow 6. Amylopektin obsahuje také malé množství esterově vázané kyseliny fosforečné (0,17 % P_2O_5). Hydrolyzou amylopektinu pomocí enzymů amylas vznikají nízkomolekulární dextriny, maltosa a isomaltosa.

Produkty neúplné hydrolyzy škrobu označujeme jako dextriny. Jsou to amorfní, bezbarvé nebo nažloutlé látky, rozpustné ve vodě, nerozpustné v alkoholu, které se jodem barví různě, podle délky řetězce. Dextriny složené ze 4 až 6 glukosových jednotek se nebarví jodem vůbec (achrodextriny), řetězce složené z 8 až 12 glukosových zbytků se barví červeně (erythrodextriny) až purpurově (amylodextriny) a dextriny složené z 30 až 35 glukosových zbytků se jodem barví modře. Dextriny vznikají také zahříváním škrobu na teplotu asi 160 °C – tato přeměna nastává při pečení např. chleba. Dextriny jsou nezkvasitelné kvasinkami, takže zůstávají obsaženy např. v pivě, kde vznikly při výrobě neúplnou enzymovou hydrolyzou škrobu. V technické praxi se využívá dextrinů k přípravě lepidel, k impregnaci tkanin, papíru apod. [31].

Široké uplatnění našel škrob pro svou schopnost tvořit viskózní roztoky a gely. Změny škrobu během zahřívání, tj. hydrolyza a mazovatění, ovlivňují jak v kulinářské, tak

i technologické praxi podstatným způsobem hydrotermicky zpracované potraviny bohaté na škrob. Škrob uvnitř škrobových zrn začne mazovatět, což se příznivě projeví na snížení tuhosti potraviny po uvaření. Pokud nebylo použito správné výrobní technologie, dochází při zpracovávání dehydratované zeleniny a brambor v důsledku silného poškození škrobových zrn i k zmazovatění vodného roztoku vodného roztoku mimo škrobová zrna, čímž vzniká netypická konzistence hotových výrobků [32].

Pro potravinářské, technologické a kulinářské účely se používá škrobu především jako zahušťovadla k přípravě polévek, omáček, emulgátorů, k přípravě majonéz, jako pojidla do masných výrobků, nosiče do prášku do pečiva apod. Mimo nativní škrob jsou pro tyto účely určeny i deriváty škrobu (fosforylované, alkylované, hydroxyalkylované, acetylované, oxidované). Některé z těchto derivátů vykazují lepší technologické vlastnosti než samotný škrob [33].

Tepelně upravené škroby jsou potravinářsky nejvýznamnější skupinou modifikovaných škrobů. Používají se všude tam, kde se vyžaduje rozpustnost zahušťovadla nebo vázacího prostředku bez vaření, tzn. za studena (zahušťování zmrzlin, krémů, majonéz, hotových jídel).

Oxidované škroby se získávají neselektivní nebo selektivní oxidací. Neselektivně oxidované škroby (oxidace primárních hydroxylových skupin na karboxylové a sekundárních na karbonylové) vykazují mimořádně nízkou viskozitu, především za tepla, a bývají proto označovány jako škroby vařivé na řídko. Jsou vhodné jako levné želírující prostředky a stabilizátory mléčných výrobků (jogurtů, smetany). Selektivní oxidací škrobu kyselinou jodistou vzniká tzv. dialdehydový škrob, který je nejvýznamnějším představitelem této skupiny modifikovaných škrobů. Slouží např. ke zlepšení pekařských vlastností mouk. Jeho význam je podmíněn reaktivitou aldehydických skupin reagujících s aminoskupinami obilních bílkovin [34].

Jako odbourané škroby se označují škroby získané chemickou nebo enzymovou hydrolyzou. Používají se především jako stabilizátory krémů, majonéz i jako nosiče emulgátorů, barviv a aromatických látek. Velký význam mají i při výrobě potravin určených pro dětskou výživu [35].

Důležité jsou také substituované deriváty škrobů, vznikající ze škrobů nativních chemickými reakcemi s příslušným činidlem. Jde zde především o esterifikované, etherované a zesíťované škroby [20].

Z esterů mají v potravinářství význam především monofosfáty a estery s vyššími mastnými kyselinami (palmitovou, olejovou), používané jako zahušťovadla a emulgátory. Z etherů škrobu má největší význam karboxymethylether, kterým se zahušťují zmrzliny, krémy, majonézy a omáčky. Zesíťované škroby, např. hydroxypropyldiether, se uplatňují především jako odolná plastická zahušťovadla v konzervárenství a pekařství [33].

3.2 Charakteristika bílkovin

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky složené z aminokyselin, které jsou uspořádány do složitých několikastupňových struktur. Je známo asi 22 aminokyselin, které se vyskytují v potravinách. Některé z nich musí lidský organismus bezpodmínečně dostávat buď ve formě bílkovin, nebo jako volnou aminokyselinu. Nazýváme je proto esenciální nepostradatelné aminokyseliny. Dospělý organismus nezbytně potřebuje těchto osm aminokyselin: valin, leucin, methionin, threonin, fenylalanin, izoleucin, lysin a tryptofan. Vyvíjející se organismus kojenců a dětí potřebuje navíc arginin a histidin. Aminokyseliny s vysokou biologickou hodnotou jsou obsaženy hlavně v živočišných bílkovinách (maso, mléko, vejce), biologicky méně hodnotné jsou rostlinné bílkoviny [36].

Vysoký obsah bílkovin je u luštěnin (24 %). V mase bývá asi 20 % bílkovin (nejvíce u masa ptáků, nejméně u rybího). Vysoký obsah bílkovin je i v mléce a mléčných výrobcích – např. tvrdé sýry mají v průměru 25 % bílkovin, měkký tvaroh 19 %. Středním obsahem se vyznačují zejména mouky z obilovin (kolem 10 %). Nízký obsah bílkovin je potom u zeleniny (2 %), syrového ovoce (1 %) a brambor (2 %) [37].

Základní vlastností bílkovin je schopnost denaturace. Souvisí s prostorovým uspořádáním bílkovin. Vlivem fyzikálních a chemických vlivů (záření, zahřátí nad 50 °C, působení solí kyselin a alkálií) dochází ke změně struktury bílkovinné molekuly. Denaturovaná bílkovina má méně pravidelné uspořádání než bílkovina původní (nativní). Denaturace je doprovázena poklesem optické rotace a biologické aktivity a většinou je ireverzibilní. Význam denaturace může být v důsledku ztráty biologické hodnoty negativní. Z pohledu potravinářského je naopak denaturace považována za pozitivní děj, neboť

denaturovaná bílkovina je lépe přístupná hydrolytickým enzymům – podstata tepelné úpravy, lepší stravitelnost. Tepelnou a chemickou sterilací se také ničí bílkoviny, které jsou jinak stavební složkou u choroboplodných zárodků [33].

Pokud se bílkovina vylučuje z roztoku mluvíme o tzv. koagulaci. Děje se tak účinkem solí (NaCl, MgSO₄), kdy se jedná o reverzibilní děj. Naopak irreverzibilním dějem může být koagulace způsobená účinkem solí těžkých kovů [23].

Bílkoviny lze štěpit hydrolýzou, která může být enzymová (trávení), kyselá nebo zásaditá. Kyselá hydrolýza se provádí varem s HCl (např. výroba polévkového koření) [38].

Při technologických zákrocích nás zajímají hlavně některé důsledky hydrolýzy, tepelné denaturace a eventuální ztráty vyluhováním. Štěpné produkty bílkovin se zúčastňují nežádoucích reakcí při neenzymovém hnědnutí, uplatňují se jako chuťové a aromatické látky při zrání masa, jako hnilobné jedy, jako živiny škodlivých i technologicky důležitých mikrobů a popřípadě jako látky ovlivňující konzervářensky zajímavé reakce jiných složek [32].

Bílkoviny rozdělujeme na jednoduché a složené. Jednoduché bílkoviny jsou tvořeny pouze peptidovým řetězcem z aminokyselin. Složené bílkoviny mají v peptidovém řetězci ještě zabudovanu tzv. prostetickou skupinu, které je centrem důležitých biochemických procesů [36].

3.2.1 Bílkoviny rostlinného původu

Hlavní zdroj rostlinných proteinů v potravě představují semena rostlin. Jako omezené zdroje mohou sloužit rovněž plody, listy, hlízy, bulvy aj. části rostlin zahrnované pod termíny ovoce, zelenina, okopaniny apod.

Složení aminokyselin semen je zcela odlišné od potravin živočišného původu. Obsahují většinou velké množství asparagové a glutamové kyseliny a jejich amidů. Výživová hodnota samotných proteinů je poměrně nízká, u všech bývá nedostatková některá esenciální aminokyselina. Na druhé straně může vhodná kombinace rostlinných materiálů vést ke směsi proteinů, která má vysokou nutriční hodnotu a může sloužit jako téměř plnohodnotná bílkovina např. pro výživu vegetariánů. Kromě proteinů přijímá

organismus z rostlinného materiálu řadu dalších výživově cenných složek, využitelné polysacharidy, vlákninu, řadu vitaminů, minerálních látek aj.

Z rostlinného materiálu jsou nejvýznamnějším zdrojem proteinů pro výživu člověka obiloviny, v první řadě pšenice. Základními bílkovinami všech obilovin jsou albuminy, globuliny, gliadiny (dříve nazývané prolaminy) a gluteliny. Dalším důležitým zdrojem proteinů ve výživě jsou luštěniny, které obsahují 20-40 % proteinů a nedostatkové bývají u nich většinou sirmé aminokyseliny. Významným zdrojem bílkovin jsou rovněž olejniny, které obsahují 20-35 % proteinů. Většinu proteinového podílu tvoří globuliny (až 50 %). V našich podmínkách se uplatňuje zejména řepka, méně slunečnice a některé další plodiny. Ve světě jsou významnými olejninami především sója, podzemnice olejná (u nás konzumované jako pochutina), bavlník aj. [34].

Bílkoviny brambor mají vysokou biologickou hodnotu, která činí ve srovnání s bílkovinami kuřete 77 – 84 %. Zvlášť je ceněn vysoký obsah lysinu, naopak obsahují málo methioninu a cysteinu [85].

4 HNOJENÍ BRAMBOR

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. Relativně málo výkonný kořenový systém potřebuje mnoho kyslíku a pokud možno rovnoměrné zásobení vodou. Velký význam mají organická a minerální hnojiva [39].

Rostlina bramboru přijímá živiny téměř po celou dobu své vegetace. Průměrné hodnoty odběru živin na vytvoření 10 tun 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 [40].

V různých obdobích růstu a vývoje se mění podíl částí rostlin (nadzemní hmoty, hlíz a kořenů) na celkovém množství přijatých živin [23]. Z hlediska výživy a hnojení brambor jsou rozhodující tyto informace:

- **zrnitostní složení a obsah P, K a Mg v půdě** - slouží pro stanovení dávek fosforu, draslíku a hořčíku v minerálních hnojivech aplikovaných na podzim. S těmito hodnotami je třeba pracovat pokaždé před založením porostu.
- **obsah minerálního dusíku v půdě na jaře před sázením** - slouží pro zhodnocení obsahu přístupného dusíku v půdě a stanovení dávky N v minerálních hnojivech před sázením a během prvních fází vegetace. Jinak se dávka dusíku stanoví podle dávky organického hnojiva, délky vegetační doby a užitkového směru pěstování.
- **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 půdní 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.
- **obsah mikroelementů v půdě** - hodnoty slouží pro stanovení dávek mikroelementů aplikovaných na půdu, ale i na list. Jedná se zejména o zinek, měď,

bór, molybden, mangan, síru. Brambory nemají vyhraněné požadavky na mikroelementy, ale výrazný nedostatek se může projevit negativním vlivem na růst a vývoj porostu, zejména v pozdějších fázích vegetace.

- **obsah živin v listech** - slouží pro posouzení výživného stavu porostu v raných fázích růstu a vývoje (do období začátku květu porostu) [24].

4.1 Hnojení organickými hnojivy

Organické hnojení má nezastupitelnou roli v přívodu organických látek a živin do půdy a tím i v udržování a zvyšování půdní úrodnosti. Brambory patří mezi rostliny pěstované obvykle v tzv. „první trati“, to znamená, že se k nim aplikují organická hnojiva, jejichž pozitivního působení využívají plodiny pěstované v rámci celého osevního sledu. V současné době trvá výrazná redukce používaného množství živin v minerálních hnojivech na hektar. Organické hnojení tak nabývá na významu i v oblasti dodávání živin [39]. Organické hnojení brambor může mít různou podobu i když standardem je vyzrálý chlévský hnůj. Obecně se organická hnojiva rozdělují na průmyslově vyráběné komposty a statková hnojiva, do kterých řadíme zelené hnojení, stájová hnojiva různých druhů a komposty [41].

4.1.1 Zelené hnojení

Zelené hnojení je zatím málo využívaným způsobem dodání organické hmoty do půdy, ale postupně nabývá na významu. Často totiž v dnešních podmínkách nelze splnit požadavek na pravidelné vyhnojení orné půdy stájovými hnojivy v optimální dávce, protože počet dobytčích jednotek v ČR za období po roce 1990 klesl takřka na polovinu svého původního stavu. Rozumným řešením je použít kombinaci stájových organických hnojiv spolu se zeleným hnojením, i když z hlediska výnosů brambor nelze stájová hnojiva v plné dávce zcela nahradit. Význam zeleného hnojení pro úrodnost půdy a výživu rostlin je mnohostranný. Zelené hnojení významně ovlivňuje biologickou aktivitu půdy, protože je zdrojem živin pro půdní mikroorganismy. Vliv má také na fyzikální vlastnosti půdy. Kořeny rostlin podporují provzdušňování a tvorbu strukturních částic, rostlinný pokryv půdy zase snižuje výpar vody. Neméně důležitý je vliv na chemické vlastnosti půdy, zejména zvýšení sorpční kapacity půdy, ale i přímé obohacení půdy o živiny. Některé plodiny (hořčice, svazenka, vikvovitě) mají dokonce schopnost přijímat živiny z jinak pro

kořeny těžce dostupných vrstev půdy. Vikvovité rostliny (jetel, hrách, vikev, lupina), díky své schopnosti poutat hlízkovými bakteriemi vzdušný dusík, obohacují přímo půdu touto nejdůležitější živinou. Strništní meziplodiny mohou významně omezit výskyt plevelů na stanovišti, protože brání tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů, především jednoletých [42].

Výběr plodin na zelené hnojení je široký a jejich účinek je velmi závislý na druhu zvolených rostlin. Pokud se nejedná o vikvovité, je vhodné podpořit růst meziplodiny dusíkem v minerálních hnojivech nebo v kejdě, a to dávkou 20 až 30 kg N.ha⁻¹ současně při výsevu [11].

4.1.2 Hnojení stájovými hnojivy

Doporučená dávka chlévského hnoje je 30 - 40 t.ha⁻¹. O výši dávky hnoje na 1 ha rozhoduje celkové množství hnoje, který je k dispozici. V případě nedostatku by měla platit zásada, že raději vyhnojíme větší plochu nižší dávkou hnoje než naopak. Chlévský hnůj je třeba zásadně aplikovat na podzim. Pouze na lehkých půdách je přípustné aplikovat dobře vyzrálý chlévský hnůj na jaře, ale je nutné dbát, aby se nezhoršila kvalita jarní přípravy půdy a včasnost sázení. Podzimní zaorávka hnoje je nutná zejména pro včasné a rovnoměrné uvolňování živin v době vegetace brambor, naopak při jarní aplikaci jsou živiny uvolňovány později, často až v závěru vegetace brambor, což nepříznivě ovlivňuje proces dozrávání hlíz. Kvalitním stájovým hnojivem jsou kejda skotu a prasat. V posledních letech se mění aplikační strategie používání kejdy k zemědělským plodinám. Na kejdu se vzhledem ke značné části dusíku ve čpavkové formě pohlíží jako na účinné dusíkaté hnojivo. Proto by se na podzim neměla kejda k bramborům aplikovat s výjimkou těžkých nebo středních jílovitých půd. Největší účinnost má kejda, jestliže je aplikována na jaře před založením porostu [3].

Zaorávku slámy lze doporučit v případech nedostatku jiných stájových hnojiv. K 1 tuně slámy je třeba přidat 5 -10 kg N. Příznivějšího efektu využití živin se dosáhne kvalitním rozřezáním slámy [22].

Dávky živin dodávané v organických hnojivech, a v kejdě zvláště, je samozřejmě nutné zařadit do celkové bilance živin a výsledku pak podřídít stanovení dávek živin v minerálních hnojivech. Podle Nařízení vlády č. 103/2003 Sb. množství celkového dusíku aplikovaného ročně na zemědělskou půdu v organických, organominerálních

a statkových hnojivech nesmí v průměru zemědělského podniku překročit limit $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [43].

4.2 Hnojení brambor draselnými a hořečnatými minerálními hnojivy

Jednou ze základních podmínek intenzivního pěstování brambor je dodání živin do půdy v průmyslových hnojivech tak, aby bylo dosaženo vyrovnané bilance živin při zachování úrodnosti půdy. Znamená to udržovat v půdě optimální zásobu a vyrovnaný poměr živin. Při disproporcích je proto třeba volit takové dávky hnojiv, které vedou k udržení nebo zlepšení obsahů a poměrů živin v půdě. Týká se to živin, které jsou vázány jílovitohumusovým komplexem či jílovými minerály v půdě, jinými slovy, které jsou půdou poutány a kterými je možné hnojit do zásoby. Těmito živinami jsou především draslík (K) a hořečík (Mg) [13].

Draslík má výrazný vliv na základní funkce rostliny (transport látek, hospodaření s vodou, aktivitu enzymů, kvalitu škrobu, kvalitu hlíz apod.). Draslík přijímají rostliny z půdního roztoku jako iont K^+ . Brambory mají střední nároky na množství K v půdě. Optimální hodnota obsahu draslíku v orniční vrstvě je pro středně těžké půdy kolem $170 - 310 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Jako nejvhodnější draselná hnojiva jsou pro brambory používány síranové formy aplikované na podzim [42].

Hořečík přijímají rostliny ve formě iontu Mg^{2+} [15]. Hořečík má významné postavení v procesu fotosyntézy, aktivaci enzymů a syntézy bílkovin [1]. Optimální zásoba Mg ve středně těžké půdě je $160 - 265 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Přístupnost hořečíku výrazně ovlivňuje přítomnost draslíku, který je vůči Mg silně antagonistický. Jako nejvhodnější hořečnatá hnojiva jsou pro brambory používány síranové formy aplikované na podzim [25].

4.3 Hnojení brambor dusíkatými a fosforečnými minerálními hnojivy

Dusík je pro brambory nejvýznamnější živina, patří k základním stavebním prvkům, z kterých se tvoří bílkoviny. Dusík je rovněž významnou složkou chlorofylu. Rostliny přijímají dusík ve formě NH_4^+ a NO_3^- . 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 $100 - 120 \text{ kg}$ hlíz, ale u dávek nad $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ již jenom $20 - 30 \text{ kg}$ hlíz [21].

U velmi vysokých dávek dusíku nastává u brambor výnosová deprese, ale je obtížné určit přesnou hranici. Vysoké dávky dusíku nad 150 kg na 1 ha negativně ovlivňují životní prostředí a mohou kontaminovat podzemní vody [24].

Zvyšující se dávky dusíku snižují obsah sušiny, škrobu a zhoršují chuť hlíz po uvažení. Existuje i nebezpečí zvýšeného obsahu dusičnanů v hlízách i když tento jev je více záležitostí průběhu počasí v ročníku a délky vegetační doby jednotlivých odrůd brambor. 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, případně kapalných hnojivech. Samotný druh hnojiva však o výši výnosu příliš nerozhoduje [42].

Fosfor (P) má pro rostliny významné postavení v biochemických reakcích a v přenosu energie. Brambory mají střední schopnost příjmu P z půdního roztoku. Fosfor přijímají rostliny ve formě H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} [15]. Optimální zásoba P v půdě by se měla pohybovat kolem 80 - 115 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ půdy. Příjem fosforu rostlinami brambor je výrazně ovlivňován půdní reakcí (optimum je kolem $\text{pH} = 6,0$) a dostatkem organických látek v půdě (při vyšším obsahu organické hmoty se snižuje objem chemicky vázaného fosforu). Aplikujeme-li vyšší dávky fosforu jako důsledek nízkého obsahu P v půdě, nebo jde-li o pozemky s nižším pH (méně než 5,0), je účelné použít na podzim spolu s organickým hnojením hnojiva s pomalejším uvolňováním méně rozpustného fosforu typu Hyperkorn a ta pak na jaře doplnit nižší dávkou superfosfátu. Při vyhovující a dobré zásobě P v půdě lze použít na podzim superfosfáty, které obsahují vodorozpustný fosfor, nebo na jaře vícesložková hnojiva buď v pevné nebo v kapalně formě [42].

5 VLIV DUSÍKU A FOSFORU NA NĚKTERÉ NUTRIČNÍ UKAZATELE BRAMBOROVÝCH HLÍZ

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 [19]. Důležitým aspektem je také obsah sušiny [44].

Při hnojení dusíkem je žádoucí sledovat jeho vliv na kvalitu a složení bramborové bílkoviny, která je považována za jednu z nejkvalitnějších bílkovin rostlinného původu. Přitom využitelnost bramborové bílkoviny lidským tělem dosahuje 70 – 85 % využitelnosti vaječné bílkoviny [45].

5.1 Vliv dusíkatého hnojení na chemické složení bramborových hlíz

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 [21].

Dusíkatých látek je v bramborové hlíze obsaženo přibližně 2 % v čerstvé hmotě. Jsou v hlíze děleny na látky anorganické povahy (především dusičnanový aniont) a organické povahy, které se dále dělí na látky nízkomolekulární (volné aminokyseliny, amidy, polyaminy) a vysokomolekulární (bílkoviny, nukleové kyseliny). Jako další možný způsob dělení dusíkatých látek v bramborách se uvádí na látky bílkovinné a nebílkovinné [46].

Procentické vyjádření jednotlivých forem dusíku ve zralé bramborové hlíze při sušině 22,5 % je znázorněno v následující tabulce III (upraveno podle cit. 47).

Tabulka III. Procentické vyjádření jednotlivých forem dusíku ve zralé bramborové hlíze při sušině 22,5 %

Parametr	Obsah dusíku v sušině (%)	% z celkového dusíku
Celkový dusík	1,59	100,0
Organický dusík	1,58	99,37
Bílkovinný dusík	0,88	55,35
Nebílkovinný dusík	0,70	44,03
Dusičnanový dusík	0,0006	0,38

Dusičnanový dusík je jednoznačně považován za škodlivý pro zdraví konzumenta díky jeho schopnosti redukovat na nitrosaminy, které mají v lidském těle karcinogenní účinky. Naopak kvalita bílkovinného dusíku je dána příznivým poměrem esenciálních aminokyselin. Obě tyto rozdílné formy hlízového dusíku (dusičnany a bílkoviny) jsou ovlivňovány 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 [48].

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 [49]. Synergický vliv dusíku na vyšší příjem prvků byl potvrzen také v případě zvýšené kumulace toxických prvků (zejména arsenu, berylia a kadmia) v bramborových hlízách [23]. Stejně tak příjem olova je mnohem intenzivnější na půdách hnojených dusíkem [50].

5.1.1 Vliv hnojení dusíkem na obsah sušiny a škrobu v bramborových hlízách

Nižší dávky dusíkatého hnojení mohou ovlivňovat vyšší obsah sušiny a škrobu v bramborových hlízách. Nejvyšší obsahy škrobu byly zaznamenány u brambor hnojených na úrovni $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ [51]. Při hnojení dusíkem nad tuto hodnotu, ale potom 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 [52]. Na snižování obsahu škrobu po aplikaci vysokých dávek dusíku upozorňují také další autoři [53]. Přitom je zajímavostí, že z pohledu obsahu sušiny a škrobu v bramborových hlízách není velký rozdíl v tom, jestli aplikujeme dusík ve formě minerálních hnojiv nebo hnojiv statkových [54]. Dusíkaté hnojení není jediným aspektem, který se může na obsahu škrobu podílet. Daleko důležitějším se jeví vliv odrůdy, stanoviště a ročníku [55].

5.1.2 Vliv hnojení dusíkem na obsah aminokyselin v bramborových hlízách

Jedním z nejzajímavějších důsledků dusíkatého hnojení brambor může být změna v obsahu aminokyselin v bramborové hlíze. Průměrné obsahy aminokyselin v bramborových hlízách, které byly vyprodukovány na dusíkem nehnojených pozemcích jsou uvedeny v tabulce IV.

Tabulka IV. Průměrný obsah aminokyselin ve 100 g čerstvé hmoty bramborové hlízy (upraveno podle cit. 56 a cit. 57)

Aminokyselina	Obsah v gramech (cit. 56)	Obsah v gramech (cit. 57)
Tryptofan	0,032	0,035
Threonin	0,075	0,084
Isoleucin	0,084	0,086
Leucin	0,124	0,124
Lysin	0,126	0,122
Methionin	0,033	0,036
Cystin	0,026	0,032
Fenylalanin	0,092	0,101
Tyrosin	0,077	0,062
Valin	0,117	0,119
Arginin	0,095	0,112
Histidin	0,045	0,037
Alanin	0,064	0,133
Kyselina asparagová	0,505	0,356
Kyselina glutamová	0,347	0,299
Glycin	0,062	0,060
Prolin	0,074	0,067
Serin	0,090	0,069

Hnojení dusíkem zvyšuje v bramborových hlízách obsah celkového dusíku i obsah bílkovinného dusíku. Při porovnání množství syntetizovaných aminokyselin v bramborových hlízách po použití dusíkatého přihnojení je patrné, že vzrůstá poměr volných aminokyselin ve srovnání s obsahem aminokyselin vázaných v bílkovině [58]. Přitom množství dusíku, který je vázán ve volných aminokyselinách tvoří u dusíkem nehnojených brambor 34 – 56 % z celkového dusíku obsaženého v čerstvé hmotě bramborových hlíz [59]. Přirozený obsah jednotlivých aminokyselin v bramborových hlízách je podmíněn především geneticky, tzn. je rozdílný u jednotlivých odrůd brambor [58, 59]. 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 [61].

Přestože se u brambor rostoucích na pozemcích, kde byla aplikována dusíkatá výživa setkáváme s vyšším množstvím bílkovin, jejich výživová hodnota jednoznačně klesá. Tento fakt je zapříčiněn přednostním zabudováváním dusíku v neesenciálních aminokyselinách. Nejintenzivněji se tvoří kyselina glutamová a potom kyselina asparagová [58, 60]. Poměr obsahu esenciálních aminokyselin ve srovnání s ostatními aminokyselinami tedy klesá, a to od dávek dusíku v množství přibližně 90 kg N.ha⁻¹ [60]. Při ovlivnění poměru množství jednotlivých aminokyselin v konzumních orgánech rostlin je nutno brát v úvahu také formu dusíku použitého ke hnojení. Amonná forma ve srovnání s nitrátovou formou dusíku může průkazně indukovat intenzivnější syntézu prolinu [62] a kyseliny asparagové [63].

5.2 Vliv fosforu na chemické složení bramborových hlíz

Dnes už je všeobecně známý vliv fosforečné výživy na zvýšení jeho obsahu v rostlině, což vede k intenzivnímu růstu rostlin a tvorbě zásobních orgánů [39]. Navíc u bramborových hlíz se prokázal příznivý vliv fosforečné výživy na odolnost hlíz proti mechanickému poškození [64]. Přestože je fosfor v rostlinách dobře pohyblivý a podléhá intenzivním přeměnám jednotlivých chemických forem, jeho zvýšenou kumulaci v bramborových hlízách můžeme zaznamenat právě po přihnojení brambor tímto prvkem [39]. Přitom průměrný obsah fosforu je v bramborových hlízách 52 – 58 mg fosforu ve 100 g čerstvé hmoty [56, 57].

Při srovnání fosforečné a dusíkaté výživy brambor, není u fosforu patrný tak zřejmý vliv na změny v chemickém složení bramborové hlízy. Hnojení fosforem jenom v malé míře může mít vliv na změny v obsahu škrobu. Nevýznamné jsou také jeho reakce se škrobem, které by mohly vést k fosforylaci škrobu [65]. Nejednotné názory lze v literatuře najít na vliv fosforečného hnojení na obsah sušiny bramborových hlíz. Zatímco někteří autoři se přiklánějí k názoru, že fosfor se podílí na zvyšování sušiny [66], je možno najít i názor opačný [67]. Dokonce někteří autoři nepřikládají vlivu fosforu na obsah sušiny statisticky průkazný význam vůbec. Obsah sušiny a škrobu je tak pravděpodobně mnohem významněji ovlivňován jinými faktory než je samotná fosforečná výživa [55].

V průběhu růstu bramborový porost akumuluje velká množství dusíku a draslíku, ale jeho nároky na fosforečnou výživu jsou menší než u většiny kulturních plodin [39]. Proto je třeba při sledování vlivu aplikace fosforu na chemické složení bramborových hlíz vzít v úvahu spíše jeho interakce s jinými prvky [23]. Ty mohou vést například ke snižování obsahu draslíku, hořčíku, síry, manganu a železa a ke zvyšování obsahu vápníku, bóru a mědi [68].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hnojení brambor patří k základním agrotechnickým zásahům, které rozhodují o výši výnosu. V dnešní době se stále více uplatňuje požadavek trhu, pro který je daleko důležitější kvalita bramborových hlíz na úkor kvantity.

Správnou dávkou minerálních hnojiv můžeme zásadně ovlivnit kvalitu finálního zemědělského produktu a určovat tak výživovou hodnotu a vhodnost pro další potravinářské nebo jiné průmyslové zpracování. Ve své práci jsem se zaměřila na vliv nejdůležitějších rostlinných živin (dusíku a fosforu) na základní chemické parametry bramborových hlíz.

Konkrétní cíle práce byly stanoveny takto:

1. V literární části zpracovat současné poznatky o působení dusíku a fosforu v rostlinách a o jejich významu ve výživě rostlin. Dále se zaměřit na brambory, jejich hnojení a význam dusíku a fosforu ve vztahu k chemickému složení bramborových hlíz.
2. Založit pokus s velmi ranou odrůdou brambor a variantami s hnojením stupňovanými dávkami dusíku a fosforu.
3. U vypěstovaných bramborových hlíz sledovat výnosové parametry.
4. U bramborových hlíz získaných z variant hnojených stupňovanými dávkami dusíku provést chemické rozborů na obsah sušiny, škrobu, celkového dusíku, bílkovinného dusíku a sledovat zastoupení aminokyselin v jednotlivých variantách.
5. U bramborových hlíz získaných z variant hnojených stupňovanými dávkami fosforu provést chemické analýzy na obsah sušiny, škrobu a celkového fosforu.
6. Získané výsledky statisticky zpracovat, srovnat s dalšími literárními zdroji a navrhnout nejvhodnější optimalizaci výživy brambor dusíkem a fosforem s ohledem na sledované chemické parametry a využití bramborových hlíz.

7 METODIKA PRÁCE

První část experimentální části práce byla řešena formou vegetačního pokusu. Pokus byl prováděn v plastových nádobách, do kterých bylo navažováno po 10 kg stejné zeminy. Nádoby byly umístěny na pokusném pracovišti Ústavu potravinářského inženýrství a chemie FT UTB, a to v Haluzicích u Valašských Klobouk.

Pro pěstování byla vybrána odrůda velmi raných brambor KRASA, která patří k tradičním na našem trhu [69]. Do pokusu byly zařazeny varianty se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu podle následujícího schématu:

Tabulka V. Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a fosforu do půdy v mg.kg^{-1} zeminy, pro srovnání je v posledním sloupci uvedeno množství odpovídající dávky na 1 hektar

Číslo varianty	Použité přihnojení	Množství na hektar
1	KONTROLA	Přírozený obsah
2	20 mg N.kg ⁻¹	60 kg N.ha ⁻¹
3	40 mg N.kg ⁻¹	120 kg N.ha ⁻¹
4	80 mg N.kg ⁻¹	240 kg N.ha ⁻¹
5	100 mg P.kg ⁻¹	300 kg P.ha ⁻¹
6	200 mg P.kg ⁻¹	600 kg P.ha ⁻¹
7	400 mg P.kg ⁻¹	1200 kg P.ha ⁻¹

Každá varianta byla 4x opakována. První dvě dávky dusíku a fosforu vycházely z běžně používaných množství živin ke hnojení na základě kritérií pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd ÚKZÚZ. Nejvyšší množství dusíku i fosforu bylo potom zvoleno záměrně dvojnásobně vyšší než standardně používané dávky [40].

Dusík byl aplikován ve formě dusičnanu amonného a fosfor ve formě dihydrogenfosforečnanu vápenatého, což jsou u nás často používaná hnojiva [39]. Tato aplikace byla provedena 14 dní před výsadbou brambor.

Výsadba brambor byla provedena 22. 4. 2005 po jedné hlíze na nádobu do hloubky 8 cm. Po vzejití a v průběhu vegetace byly rostliny pravidelně zalévány destilovanou

vodou, byla prováděna likvidace plevelů a přihnutí zeminy k rostlinám. Bramborové hlízy byly sklizeny po 90 dnech vegetace, kdy jsou v konzumní zralosti [70].

Po sklizni byly bramborové hlízy z každé varianty zváženy a spočítány. V rámci diplomové práce byly provedeny chemické analýzy. Sušina byla stanovena vysušením do konstantní hmotnosti. Škrob byl stanoven metodou podle Ewarse [71]. Pro stanovení celkového dusíku bylo využito metody podle Kjeldahla. Získané výsledky byly využity k výpočtu množství hrubé bílkoviny vynásobením obsahu dusíku koeficientem 6,25 [cit. 44]. Pro stanovení fosforu byla zvolena kolorimetrická vanadičnanová metoda [40].

Hydrolyza vzorků pro stanovení aminokyselin byla provedena $c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol.dm}^{-3}$. Aminokyseliny methionin a cystein byly stanoveny pomocí oxidativně kyselé hydrolyzy ve směsi 85 % kyseliny mravenčí a 30 % peroxidu vodíku [72]. Chromatografická analýza hydrolyzátu byla provedena na přístroji AAA 400 (INGOS Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů a ninhydrinovou detekcí. Obsah aminokyselin byl vyjádřen a mezi oběma variantami porovnán standardní hodnotou - v g aminokyseliny na 16g N [73].

Získané výsledky byly vyjádřeny následovně:

- obsah sušiny byl vyjádřen v hmotnostních procentech [71],
- obsah škrobu v hmot. % v čerstvé hmotě [71],
- obsah fosforu v % v sušině [23],
- obsah hrubé bílkoviny v g.kg^{-1} čerstvé hmoty [44],
- obsah jednotlivých aminokyselin v g.kg^{-1} čerstvé hmoty [73],
- pro srovnání poměru množství jednotlivých aminokyselin bylo jejich množství přepočítáno na gramy obsažené v 16 g dusíku [73].

Výsledky chemických analýz byly zpracovány metodou analýzy variance (ANOVA). Pro vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit Scheffého test při 5% hladině významnosti (maximální pravděpodobnost chybného zamítnutí správné hypotézy je 5 %, tzn., že testy jsou prováděny s 95% spolehlivostí). Bylo přitom použito programu UNISTAT [74] sloužícího ke statistickému vyhodnocování dat a dále programu STATVYD.

8 VÝSLEDKY

8.1 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.).

Se stupňovanými dávkami dusíku v půdě vzrůstala průměrná hmotnost hlíz. Tato skutečnost se statisticky významně projevila u všech variant s dusíkatým hnojením. Zatímco u kontroly bylo v průměru vypěstováno 118 g brambor na jednu nádobu, u varianty s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy to bylo už 168 g (tj. zvýšení o 42 %). U varianty, kde bylo zvoleno množství přidaného dusíku do půdy na úrovni 40 mg N.kg⁻¹, už byl výnos vyšší o 84 % a u nejvyšší dávky dusíku (80 mg N.kg⁻¹ zeminy) to bylo dokonce o 170 % více ve srovnání s kontrolní variantou.

Stupňované dávky fosforu neměly vliv na hmotnost bramborových hlíz. I když po přihnojení fosforem došlo k mírnému snížení výnosu (Tab. P. I.), statistická významnost nebyla ve srovnání s kontrolní variantou prokázána. U varianty s přídatkem 200 mg P.kg⁻¹ zeminy byla zjištěna nejnižší hmotnost ze všech variant pokusu, a to v průměru 96,25 g na nádobu.

Se zvyšující se dávkou dusíku v půdě vzrůstal nejenom výnos, ale také průměrný počet hlíz připadající na 1 rostlinu, a to statisticky významně od varianty se 40 mg N.kg⁻¹ zeminy (Tab. P. I.). U varianty s nejvyšším obsahem dusíku došlo opět k statisticky průkaznému nárůstu a průměrný počet hlíz zde byl zaznamenán 12 ks (což bylo téměř 2,5x více než u kontroly).

Při srovnání průměrného počtu hlíz z jedné nádoby mezi variantami s přihnojením fosforem nebyla zjištěna statistická průkaznost. Tato průkaznost se neprojevila ani při porovnání s kontrolní variantou.

8.2 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 byly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Stupňované dávky dusíku se nejprve projevíly vzrůstem sušiny bramborových hlíz. Při vyšších dávkách dusíku (od 40 mg N.kg⁻¹ zeminy) však došlo k výraznému poklesu sušiny, a to ve srovnání s variantou s 20 mg N. kg⁻¹ i ve srovnání s variantou kontrolní. Velmi vysoké množství dusíku v půdě – v našem případě varianta s 80 mg N.kg⁻¹ byl zaznamenán vůbec nejnižší obsah sušiny v bramborových hlízách. Konkrétně to bylo 19,89 hmot. %, zatímco u kontroly byl stanoven průměrný obsah sušiny 22,18 hmot. %.

Nižší obsahy sušiny byly zaznamenány ve srovnání s kontrolní variantou u všech variant, kde bylo použito přídatku fosforu do půdy. U varianty se 100 mg P.kg⁻¹ zeminy se snížil obsah sušiny v bramborových hlízách na 20,88 hmot. %. Dávka 200 mg P.kg⁻¹ zeminy sice znamenala zvýšení obsahu sušiny oproti předchozí variantě, ale i přesto nedosáhla hodnot získaných z varianty kontrolní. V hlízách u varianty s nejvyšším obsahem fosforu v půdě došlo navíc k opětovnému poklesu sušiny, která byla nejnižší ze všech variant hnojených fosforem (Tab. P. II.).

8.3 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.).

Při srovnání obsahu škrobu v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant byl zaznamenán jednoznačně nejvyšší průměrný obsah u kontrolní varianty (18,39 hmot. % v čerstvé hmotě). Tento fakt se potvrdil také statistickým testováním. Hnojení dusíkem i fosforem bylo ve vztahu k obsahu škrobu statisticky průkazně stresujícím faktorem pro bramborovou rostlinu.

Stupňované dávky fosforu se projevily méně výrazně na obsahu škrobu ve srovnání s variantami, kde byl ke hnojení použit dusík. Průměrný obsah škrobu v čerstvé hmotě byl u nich naměřen na úrovni 16,57 hmot. %. Přitom rozdíly mezi jednotlivými variantami s přidávkem fosforu byly ve vztahu k množství škrobu zcela zanedbatelné (např. rozdíl mezi variantou se 100 mg P.kg⁻¹ a variantou s 400 mg P.kg⁻¹ zeminy byl pouhých 0,33 hmot. % škrobu v čerstvé hmotě).

Zvyšující se obsah dusíku v půdě vedl k vysoce statisticky průkaznému snižování obsahu škrobu v bramborových hlízách. U varianty s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy bylo naměřeno pouze 16,19 hmot. % škrobu v čerstvé hmotě. Při dalším přidání dusíku do půdy se velmi výrazně snížil obsah škrobu, a to až v průměru na 13,55 hmot. %. Další zvyšování dusíku v zemině se už potom neprojevovalo tak jednoznačným poklesem množství škrobu (obsah škrobu v čerstvé hmotě bramborových hlíz z varianty 80 mg N.kg⁻¹ zeminy byl 13,12 hmot. %).

8.4 Obsah fosforu v bramborových hlízách

Průměrný obsah fosforu 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.).

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

Stupňované dávky fosforu v půdě se statisticky významně projevily na zvyšování jeho množství v sušině bramborových hlíz. Zatímco u varianty se 100 mg P.kg⁻¹ zeminy bylo toto zvýšení statisticky neprůkazné, u varianty s 200 mg P.kg⁻¹ byl vyšší obsah fosforu v hlízách ve srovnání s kontrolní variantou statisticky prokázán. Mezi variantami se 100 mg P.kg⁻¹ a s 200 mg P.kg⁻¹ zeminy však nebyl rozdíl statisticky významný.

Statistickým testováním bylo dokázáno, že u hlíz z varianty, kde bylo použito přidávku 400 mg P.kg⁻¹ zeminy, bylo obsaženo v sušině průkazně nejvíce fosforu ve srovnání se všemi ostatními variantami – např. oproti kontrole došlo ke zvýšení obsahu

fosforu o 116 % a při srovnání s variantou 100 mg P.kg⁻¹ zeminy to bylo o 91 % více (viz. Tab. P. IV.).

8.5 Obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách

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

Obsah hrubé bílkoviny byl sledován pouze u variant, kde byl použit ke hnojení brambor dusík. Pro srovnání byl proveden chemický rozbor na obsah hrubých bílkovin u hlíz z kontrolní varianty.

Pro vyjádření obsahu hrubé bílkoviny v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty bramborových hlíz byla provedena chemická analýza na obsah dusíku (v % sušiny). Obsah hrubé bílkoviny v rostlinném materiálu byl stanoven vynásobením zjištěného množství dusíku koeficientem 6,25 (viz. citace v kapitole 3 Metodika).

V kontrolní variantě bylo v čerstvé hmotě bramborových hlíz obsaženo 18,20 g.kg⁻¹ 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 se dále projevovala tendence ke snižování průměrného obsahu hrubé bílkoviny v čerstvé hmotě hlíz. 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 těchto hlíz se zvýšil na 19,56 g.kg⁻¹. Toto zvýšení bylo statisticky průkazné oproti všem variantám – dokonce i ve srovnání s variantou kontrolní (viz. Graf P. VI.).

8.6 Obsah aminokyselin v bramborových hlízách

Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách získaných z jednotlivých variant pokusu je uveden v tabulkách (Tab. P. VI. a Tab. P. VII.). Rozdíly v obsahu jednotlivých aminokyselin mezi variantami jsou znázorněny v grafech (Graf P. VII. až Graf P. XXIV). 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. VIII. – viz. příloha).

Obsah aminokyselin byl sledován u variant, kde byl použit ke hnojení brambor dusík. Pro srovnání byly provedeny chemické analýzy pro stanovení obsahu aminokyselin u hlíz z kontrolní varianty.

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. VI. a Tab. P. VII. – viz. příloha). Např. u kontrolní varianty bylo obsaženo v hlízách v průměru 2,23 g kyseliny asparagové a 2,19 g kyseliny glutamové v 1 kg čerstvé hmoty. Vysoký obsah byl zaznamenán také u tyrosinu. Průměrné obsahy většiny ostatních aminokyselin se pohybovaly v rozmezí 0,62 g.kg⁻¹ (alanin) až 1,06 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty (leucin). Nízký obsah – v kontrolní variantě 0,33 - 0,37 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty - byl zaznamenán u histidinu a u sirných aminokyselin cysteinu a methioninu.

Stupňované dávky dusíku měly statisticky významný vliv na snižování obsahu jednotlivých aminokyselin v čerstvé hmotě bramborových hlíz. Toto snížení se projevilo také při porovnání celkového množství aminokyselin mezi jednotlivými variantami. U kontrolní varianty byl naměřen celkový obsah aminokyselin 16,42 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty. U varianty s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy však už bylo toto množství na úrovni pouze 12,91 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty a u varianty se 40 mg N.kg⁻¹ to bylo dokonce jen 11,03 g.kg⁻¹ čerstvé hmoty. Velmi vysoká dávka dusíku v půdě (80 mg N.kg⁻¹), podobně jako při stanovení hrubých bílkovin, znamenala zvýšení obsahu aminokyselin oproti předchozím dvěma variantám. I přes toto zvýšení nebylo dosaženo hodnoty celkového množství aminokyselin v bramborových hlízách z kontrolní varianty (Tab. P. VI. a Tab. P. VII. – viz. příloha).

Při hodnocení vlivu přídatku dusíku do půdy na obsah jednotlivých aminokyselin bylo dosaženo následujících výsledků (Graf P. VII. až Graf P. XXIV):

- 1) Dávka 20 mg N.kg⁻¹ zeminy znamenala statisticky významné snížení obsahu všech aminokyselin ve srovnání s kontrolní variantou.
- 2) Dávka 40 mg N.kg⁻¹ zeminy se statisticky průkazně projevila na snížení obsahu valinu, leucinu, isoleucinu, threoninu, methioninu, lysinu, fenylalaninu, argininu, cysteinu, kyseliny asparagové, kyseliny glutamové, serinu, prolinu, glycinu, alaninu ve srovnání s kontrolní variantou a variantou s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy.
- 3) Dávka 40 mg N.kg⁻¹ zeminy se statisticky průkazně projevila na snížení obsahu histidinu a tyrosinu ve srovnání s kontrolní variantou. Oproti variantě s 20 mg N.kg⁻¹ zeminy však došlo k nárůstu obsahu obou aminokyselin.
- 4) Dávka 80 mg N.kg⁻¹ zeminy statisticky významně zvýšila obsah valinu, leucinu, isoleucinu, threoninu, lysinu, argininu, kyseliny glutamové, serinu, prolinu, glycinu, alaninu, fenylalaninu, histidinu a tyrosinu ve srovnání s variantami 20 mg N.kg⁻¹ a 40 mg N.kg⁻¹ zeminy.
- 5) Dávka 80 mg N.kg⁻¹ zeminy zvýšila obsah aminokyselin na úroveň kontrolní varianty, a to u těchto aminokyselin: isoleucin, cystein.
- 6) U většiny aminokyselin znamenala dávka 80 mg N.kg⁻¹ zeminy zvýšení obsahu aminokyselin téměř na úroveň kontrolní varianty (přitom v průměru bylo množství aminokyselin u varianty 80 mg N.kg⁻¹ zeminy jen o 4 % nižší než u kontroly). Konkrétně se to týkalo těchto aminokyselin: valin, leucin, threonin, methionin, lysin, serin, glycin, fenylalanin, histidin.
- 7) Dávka 80 mg N.kg⁻¹ zeminy zvýšila statisticky průkazně obsah kyseliny asparagové, a to ve srovnání se všemi variantami, včetně varianty kontrolní.

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. VIII.) a vyjadřují přibližně procentický podíl dané aminokyseliny na celkovém obsahu hrubé bílkoviny.

V kontrolní variantě bylo 12,25 g kyseliny asparagové na 16 g dusíku, zatímco u varianty se 40 mg N.kg⁻¹ zeminy to bylo jen 7,83 g (snížení o 36 %). Podobné snížení bylo zaznamenáno také u prolinu. Ještě k výraznějšímu poklesu došlo u argininu, kterého bylo u varianty se 40 mg N.kg⁻¹ zeminy přibližně o 42 % méně než u kontroly.

Ve srovnání s kontrolní variantou se statisticky vysoce průkazně snižoval obsah aminokyselin také v hlízách brambor, které byly vypěstovány na půdě s přídatkem 20 mg N.kg⁻¹. Nejvýrazněji se tento fakt projevil u histidinu, argininu a tyrosinu (Tab. P. VIII.).

Nejmenší rozdíly v obsahu aminokyselin v přepočtu na 16 g N byly v případě kontrolní varianty zaznamenány ve srovnání s variantou s nejvyšší hladinou obsahu dusíku v půdě (80 mg N.kg⁻¹). U většiny aminokyselin činil rozdíl cca 10 %, s výjimkou alaninu, kterého bylo u varianty 80 mg N.kg⁻¹ zeminy o 20 % méně a dále u kyseliny glutamové, argininu a prolinu, kde došlo ke snížení přibližně o 16 %.

9 DISKUSE

Brambory jsou ve světovém měřítku po pšenici, kukuřici a rýži čtvrtou nejdůležitější plodinou, která zajišťuje výživu obyvatel. Setkáváme se s nimi ve výživě zvířat a v poslední době se zvyšuje jejich význam jako suroviny při průmyslovém zpracování nejen na výrobu škrobu a jeho derivátů, ale také jako suroviny při průmyslovém zpracování na potravinářské výrobky a polotovary.

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 [76].

Hodnota brambor je dána jejich látkovým složením a kvalitou. U konzumních brambor se vyskytuje komplex sloučenin důležitých pro lidskou výživu. Brambory tvoří hodnotnou glycidovou, sytící potravinu, která se vyznačuje vysokou nutriční hodnotou, obsahem vitamínů a minerálních látek. Chemické složení hlíz je výsledkem řady biochemických reakcí v závislosti na genotypu, stanovišti, klimatických podmínkách, podmínkách skladování a fyziologickém stavu hlíz [23].

Jedním ze základních parametrů, který rozhoduje o výnosu a chemickém složení bramborových hlíz, jsou agrochemické vlastnosti půdy. I přesto, že vliv základních živin na kvalitu brambor je všeobecně znám, mohou chemické prvky v půdě ovlivňovat finální produkt často zcela rozdílným způsobem. Kromě správně zvoleného hnojení závisí produkce brambor na celém souboru dalších ekologických činitelů.

Dusík a fosfor jsou pro většinu rostlin základními živinami, které ovlivňují vegetativní růst i tvorbu generativních orgánů [1]. U brambor je dusík nejdůležitější základní živinou. Při deficitu dusíku dochází ke snížení intenzity fotosyntézy. Dostatek dusíku zajišťuje velkou asimilační plochu, která je předpokladem pro vysoký výnos hlíz a konzistenci dužiny. Fosfor je po dusíku druhou nejvýznamnější živinou, kterou potřebuje bramborová rostlina ke svému zdravému vývinu a zrání hlíz [77].

Ve své diplomové práci jsem se zabývala vlivem půdního dusíku a fosforu na výnos a chemické složení brambor. Problematiku jsem řešila formou nádobového pokusu se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu v půdě. Jako indikační plodinu jsem použila velmi rané brambory, které jsem sklízela v konzumní zralosti (viz. kapitola 3). Po zvážení

a spočítání hlíz z každé varianty jsem stanovovala obsah některých chemických látek, které jsou ukazateli jakosti pro bramborové hlízy [44]. Konkrétně jsem se zaměřila na obsah sušiny, škrobu a hrubé bílkoviny. Dále jsem sledovala vliv hnojení fosforem na ukládání tohoto prvku v hlízách. Nejrozsáhlejší část své experimentální činnosti jsem věnovala hydrolýze 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 dusíku.

Stupňované dávky dusíku v půdě statisticky vysoce průkazně zvyšovaly výnos bramborových hlíz. Tím jsem ve svém pokusu potvrdila, že dusík je hlavním prvkem, který ovlivňuje výnos brambor [77]. Ve většině prací, které se zabývají vlivem půdního dusíku na výnos okopanin, je však zdůrazněno, že velmi vysoké dávky dusíku mohou působit jako stresující faktor [78]. Určit přesnou dávku dusíku, kdy působí jako stimulant výnosu a kdy naopak už výnos inhibuje, je složité a závisí pravděpodobně na souboru dalších faktorů, jako je např. odrůda, ročník, stanoviště apod. [21]. Spolehlivě vysoké výnosy brambor jsou dosahovány při dávkách kolem 40 – 50 kg N.ha⁻¹ [79]. Podobně Lahký (1990) uvádí jako nejvhodnější dávku dusíku pro brambory 60 kg N.ha⁻¹ [51]. Podle Diviše a Bárty (2004) dávka do 120 kg N.ha⁻¹ zvyšuje celkový výnos [80]. Při aplikaci dusíku je vhodná dávka tohoto prvku k bramborám aplikovat postupně, protože jednorázové použití dusíku může způsobovat nižší výnosový efekt [81].

Za vysoké dávky dusíku, kdy může docházet k negativnímu vlivu na výnos, jsou považovány úrovně hnojení okolo 150 kg N.ha⁻¹ a více [24]. Někteří autoři však uvádějí i dávky vyšší [82]. Každopádně v našem pokusu se potvrdilo, že při simulaci hnojení dusíkem na úrovni 120 kg a dokonce 240 kg N.ha⁻¹ (tj. varianty 40 mg N.kg⁻¹ a 80 mg N.kg⁻¹ zeminy) se výnos jednoznačně zvyšoval. Zvýšení výnosu bylo zapříčiněno vyšším počtem hlíz a větší hmotností hlíz (Tab. P. I.). Na schopnost zvyšování hmotnosti hlíz po hnojení dusíkem upozorňuje např. Jůzl a kol. (2000). Naše výsledky jsou potvrzeny i v dalších literárních zdrojích [83]. Dusík může při dávkách kolem 250 kg N.ha⁻¹ také hmotnost hlíz snižovat. Naopak se ale zvětšuje jejich počet, a to natolik, že výnos je vyšší než při nižších množstvích dusíku v půdě [84].

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 plánování hnojení brambor je nutno vzít v úvahu skutečnost, že bramborová rostlina potřebuje na tvorbu 1 t hlíz asi 5 kg dusíku [40]. 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 [85].

Při sledování výnosových parametrů v závislosti na stupňovaných dávkách fosforu se neprojevila statistická významnost. Výsledky průměrné hmotnosti hlíz a průměrného počtu hlíz se ve srovnání s kontrolní variantou lišily jen minimálně (Tab. P. I.). Proto, aby brambory poskytovaly uspokojivý výnos, je potřeba pouze kolem 25 kg P.ha⁻¹ půdy [85]. Pro produkci 1 t brambor potřebuje bramborová rostlina v průměru okolo 0,87 kg fosforu [40]. Vyšší dávky fosforu neovlivňují výnos a neprojevují se ani jako stresující faktor [86]. Tato skutečnost byla zřejmá i v mém pokusu, kdy i extrémně velmi vysoká dávka P (400 mg P.kg⁻¹ zeminy, což odpovídá 1200 kg P.ha⁻¹), neměla prakticky žádný vliv na výnosové parametry. Moje výsledky se shodují i s dalšími pracemi, které se zabývaly vlivem velmi vysokých dávek fosforu na výnos brambor [87, 88].

Stupňované dávky dusíku a fosforu měly statisticky průkazný vliv na změnu obsahu sušiny bramborových hlíz. Přitom pouze přihnojení dusíkem na úrovni 60 kg N.ha⁻¹ znamenalo kromě zvýšení výnosu i zvýšení obsahu sušiny. Při dávkách dusíku od 120 kg N.ha⁻¹ sice výnos také vzrůstal, ale obsah sušiny byl nižší než u kontrolní varianty. Podobně hnojení fosforem u všech variant snižovalo obsah sušiny v bramborových hlízách, i když tento fakt nebyl tak zřejmý jako u stupňovaných dávek dusíku. Dokonce mezi dávkou odpovídající 300 kg P.ha⁻¹ a dávkou 1200 kg P.ha⁻¹ byl rozdíl jen velmi malý (Tab. P. II.).

Snižování obsahu sušiny bramborových hlíz vlivem vyšších dávek dusíku plně odpovídá závěrům, ke kterým dospěli i další autoři [54] a jsou uváděny jako všeobecně známá skutečnost [42, 85]. Na redukcii bramborové sušiny vlivem působení fosforu však panují názory nejednotné – v některých literárních zdrojích je sice uveden pozitivní vliv fosforu na vyšší obsah sušiny bramborových hlíz, ale platí spíše jen při úvahách o použití standardních množství fosforečných hnojiv [66, 77]. Vysoké množství fosforu použité ke

hnojení, což byl případ i našeho pokusu, mohou mít vliv neprůkazný [55]. Ve většině prací, které se vztahují k tomuto tématu, je ale uváděno spíše statisticky průkazné snižování obsahu sušiny [67, 89].

U hlíz, které jsem vypěstovala v nádobách se stupňovanými dávkami fosforu v půdě, jsem dále sledovala také obsah fosforu. Fosfor sice nepatří mezi základní ukazatele jakosti brambor [44], ale je významným minerálním prvkem, který zvyšuje nutriční hodnotu brambor [23]. Ke stanovení tohoto prvku v bramborových hlízách mě vedla také skutečnost, že vysoké obsahy některých minerálních prvků v životním prostředí, zejména v půdách a vodě, mohou velmi zajímavým způsobem ovlivňovat jejich obsahy v konzumních orgánech rostlin [1]. Navíc při posuzování půdního fosforu se prokázal vliv interakcí s jinými prvky. Díky těmto reakcím dnes můžeme využívat hnojení fosforem jako účinný prostředek pro snižování přístupnosti a tím fyto toxicity některých pro zdraví člověka nebezpečných cizorodých prvků [21]. Fosfor snižuje tvorbou nerozpustných komplexů v půdě a tím přijatelnost rtuti [90], kadmia, arsenu a celé řady dalších těžkých kovů [91]. U brambor se prokázal z tohoto pohledu výrazný vliv na zvyšování kvality brambor rostoucích na kontaminovaných půdách [23].

Stupňované dávky fosforu statisticky průkazně zvyšovaly obsah tohoto prvku v bramborových hlízách. U varianty, kde byla simulována dávka $300 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ bylo obsaženo 0,51 % fosforu v sušině, zatímco u kontrolní varianty to bylo jen 0,45 % (statistická významnost se mezi těmito variantami neprojevila). Další zvýšení fosforu v půdě (dávka se $600 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$), znamenalo zvýšení obsahu P v sušině bramborových hlíz na 0,59 % (zde se již statistická významnost ve srovnání s kontrolní variantou prokázala). Přihnojení brambor na úrovni $1200 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ mělo za následek statisticky vysoce průkazné zvýšení množství fosforu v sušině bramborových hlíz, a to až na průměrnou hodnotu 0,97 % (Tab. P. IV.). Tyto výsledky plně korespondují s pracemi některých dalších autorů, kteří poukazují na skutečnost, že vysoké dávky fosforu k bramborám zvyšují jeho obsah v hlízách. Zejména je patrný tento jev při jednorázovém hnojení fosforem [92] a při pěstování brambor na půdách s kyselým pH. Právě nízká hodnota půdního pH zvyšuje rozpustnost fosforu v půdním roztoku a tím ho zpřístupňuje pro rostliny [66].

Fosfor je jedním z prvků zasahujících velmi intenzivně do vývoje bramborové rostliny. Příjem P rostlinou může být značně diferencován, je ovlivněn půdními a povětrnostními podmínkami. Fosfor tím, že se účastní energetického metabolismu,

intenzivně ovlivňuje látkovou výměnu, a tím i kvalitu produkce. Nelze však jednoznačně uvést, že existuje přímá závislost mezi vyšší dávkou a zlepšením kvality hlíz. V praxi se dávky fosforu do 25 kg P.ha⁻¹ uplatňují při urychlení vývoje a dozrávání bramborového porostu. Fosfor dále u brambor podporuje vývoj kořenového systému a má kladný vliv na biologickou hodnotu sadby. S délkou vegetační doby odrůd brambor se odběr fosforu zvyšuje, příjem probíhá v průběhu celé vegetace, nejintenzivněji ve fázi poupat a květu [79].

Stupňované dávky dusíku použitého v mém pokusu statisticky průkazně snižovaly obsah škrobu v bramborových hlízách (viz. Tab. P. III.). Každé zvýšení obsahu dusíku v půdě znamenalo snížení obsahu škrobu. Patrný byl tento jev zejména při srovnání kontrolní varianty s variantami na úrovni 60 kg N.ha⁻¹ a 120 kg N.ha⁻¹. Mezi posledně jmenovanou variantou a variantou s nejvyšším použitým množstvím dusíku v půdě byl rozdíl jen velmi malý (viz. Tab. P. III.). V mém pokusu se tedy prokázal negativní vliv vysokých dávek dusíku na obsah škrobu, což je v souladu i s dalším autory. Např. Bárta a Diviš (2000) upozorňují na změny v chemickém složení bramborových hlíz v důsledku hnojení dusíkatými hnojivy. Nejpatrněji se takovéto změny projevují právě snižováním obsahu škrobu [93], ke kterému však dochází až při použití vyšších dávek dusíkatých hnojiv. Naopak nejvyšší obsahy škrobu byly zaznamenány u brambor hnojených na úrovni do 60 kg N.ha⁻¹ [51]. Na příznivý vliv takového přídatku dusíku do půdy upozorňují i další práce [94]. V bramborách z mého pokusu však již tato dávka znamenala statisticky průkazné snížení obsahu škrobu. To může být dáno tím, že jsem použila velmi rané odrůdy brambor, u nichž může být odlišný genetický předpoklad pro tvorbu polysacharidů. Škrob není pro velmi rané brambory tak důležitým nutričním ukazatelem jako pro brambory určené pro potravinářské nebo další průmyslové zpracování [82].

Při hnojení vysokým množstvím dusíku klesá schopnost tvorby škrobu, ale naopak se zvyšuje obsah redukcujících cukrů, které mohou mít negativní účinky projevující se při tepelném zpracování brambor [52].

Ve své práci jsem se zaměřila také na sledování vlivu stupňovaných dávek fosforu na obsah škrobu v bramborových hlízách. Pokud jsem použila množství odpovídající 300 kg P.ha⁻¹, došlo sice ke snížení obsahu škrobu, ale další stupňované dávky potom už neměly žádný vliv na jeho nižší množství v čerstvé hmotě hlíz (viz. Tab. P. III.). Použité fosforečné hnojení bylo poměrně dost vysoké ve srovnání se standardně používanými

množstvími fosforu [40] a představovalo tak zřejmě stresový faktor, který ovlivnil syntézu škrobu. Skutečnosti, že stupňované dávky fosforu v půdě neměly vliv na další snižování škrobu, odpovídá i tvrzení Vokála a Radila (1996). Stejně tak je v literatuře popsán negativní vliv jednorázového použití vysokých dávek fosforu ve vztahu k obsahu škrobu v hlízách [95]. V souvislosti s popisovanou problematikou vlivu fosforu na škrob v hlízách brambor je však třeba připomenout, že velmi nízký obsah fosforu v půdě může mít daleko výraznější efekt na snížení množství škrobu v bramborových hlízách než jeho vysoký obsah [96].

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 dusíkem. Pro srovnání byly analyzovány také hlízy z kontrolní varianty. Stupňované dávky dusíku se projevíly statisticky průkazně ve snižování průměrného obsahu hrubé bílkoviny i jednotlivých aminokyselin v čerstvé hmotě hlíz. Velmi zajímavá skutečnost byla zaznamenána v případě dávky odpovídající 240 kg N.ha⁻¹ zeminy. Při této úrovni hnojení se statisticky průkazně zvýšil obsah hrubé bílkoviny i aminokyselin, a to téměř až na úroveň zaznamenanou v kontrolní variantě. V případě hrubé bílkoviny u kyseliny asparagové to bylo dokonce nad hodnotu obsahu kontrolní varianty. Z výsledků provedených analýz je zřejmé, že dusík a jeho různé obsahy v půdě mají velmi rozdílný vliv na obsah dusíkatých látek v bramborových hlízách. Citlivost brambor na obsah dusíku v životním prostředí je pravděpodobně v přímé korelaci s vlivem lokality, ale největší roli hrají specifické podmínky vegetačního období a genetická výbava jednotlivých odrůd [97].

Přestože dusík způsobuje změnu celé řady vlastností brambor, u jiných plodin např. pšenice je jeho vliv ještě zřetelnější. U této plodiny je působení dusíku také geneticky podmíněno mnohem významněji než u brambor [98].

Po stanovení dusíku v hlízách z mého pokusu a po přepočtení jeho obsahu na obsah hrubé bílkoviny je zřejmé, že dávky 60 a 120 kg N.ha⁻¹ znamenaly snížení množství hrubé bílkoviny – dvojnásobná dávka dusíku naopak statisticky velmi průkazně toto množství zvýšila. Na podobné skutečnosti upozorňuje např. Sud (1999). Podle tohoto autora je pro výnos hlíz optimální hnojení dusíkem na úrovni 140 – 170 kg N.ha⁻¹. Nicméně tato dávka má za následek snížení množství sušiny (to se ukázalo i v mém pokusu) a s tím související snižování množství hrubé bílkoviny v hlízách. Nižší dávky dusíku naopak mají stimulační

efekt na tvorbu hrubé bílkoviny [99]. Na pokles obsahu hrubé bílkoviny v souvislosti s vyšším množstvím dusíku upozorňuje Eppendorfer a Bille (1996). Zvyšování obsahu dusíku v bramborové hlíze se každopádně projevuje ve snižování biologické hodnoty bramborového proteinu. Čím vyšší obsah dusíku se v hlíze nachází, tím se zvětšuje přímo úměrně podíl volných aminokyselin [96]. Přitom bramborová bílkovina, ačkoliv zdaleka nedosahuje výživové hodnoty např. mléčné bílkoviny, patří k nejkvalitnějším rostlinným proteinům [100].

Převažujícími aminokyselinami v bramborách jsou kyselina asparagová, kyselina glutamová a tyrosin [63]. 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 [101]. Tyto aminokyseliny mají také značný technologický význam, protože se spolu s tyrosinem a kyselinou chlorogenovou podílí na tmavnutí brambor v průběhu jejich potravinářského zpracování [102]. Kyselina glutamová a asparagová jsou chemické sloučeniny působící také jako intenzifikátory chuti brambor [85].

Kyselina asparagová je uváděna jako sloučenina, která se u brambor syntetizuje při vysokém obsahu dusíku přednostně ve srovnání s ostatními aminokyselinami [11]. Tato skutečnost byla zaznamenána i v mém pokusu, a to u varianty s nejvyšší dávkou dusíku.

Z dalších aminokyselin má technologický význam také např. lysin nebo glycin. Jejich obsahy byly u hlíz z kontrolní varianty mého pokusu v případě lysinu $1,01 \text{ g.kg}^{-1}$ a u glycinu $0,65 \text{ g.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. To bylo mnohem méně než u kyseliny asparagové nebo glutamové (viz. Tab. P. VI.). Lysin a glycin jako volné aminokyseliny v bramborové hlíze reagují s redukujícími cukry a ovlivňují tak barevné změny při tepelném zpracování brambor [103].

Z výsledků mého pokusu je zřejmé, že hnojení dusíkem opravdu snižuje biologickou hodnotu bramborové bílkoviny (viz. Tab. P. VIII. – obsah aminokyselin vyjádřený v g na 16 g dusíku). U varianty se 40 mg N.kg^{-1} zeminy je možno obecně říct, že obsah v bílkovině vázaných aminokyselin klesl až o třetinu.

Při zhodnocení výsledků literární rešerše i z výsledků experimentální části mé diplomové práce vyplývá, že hnojení brambor je nezastupitelnou součástí pěstitelských

opatření. Protože brambory patří mezi organicky hnojené plodiny, podílí se i na výnosové stabilitě následných plodin.

Podmínky pro výživu brambor jsou z hlediska půdních vlastností rozhodujícím způsobem ovlivňovány druhem a reakcí půdy, zásobou fosforu, draslíku a hořčíku, biologickou činností půdy, obsahem trvalého humusu, obsahem organických látek, sorpční schopností půd apod. Podstatný je vliv průběhu počasí, neboť např. příznivé vlhkostní podmínky umožňují vyšší využití živin a relativně vysoký výnosový efekt průmyslových hnojiv. Protože pěstování konzumních brambor v ČR se netýká pouze produkce raných konzumních brambor, ale zahrnuje i pěstování odrůd s delší vegetační dobou a dokonce odrůd pro výrobu potravinářských výrobků, je nutné při volbě hnojařských opatření brát v úvahu i odlišnosti jednotlivých zemědělských výrobních oblastí [79].

10 NÁVRHY A DOPORUČENÍ

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.

Základními prvky, které ovlivňují růst a vývin bramborové rostliny jsou dusík a fosfor. Aplikace těchto živin je nutná pro rentabilní výnos z jednotky plochy. Je třeba si však uvědomit, že jejich aplikace do půdy porušuje rovnovážný stav ekosystému a v důsledku toho může vést k negativním projevům při pěstování kulturních plodin.

Ve své diplomové práci jsem experimentálně srovnávala kvalitu hlíz velmi raných brambor vypěstovaných na půdách s modelovými dávkami dusíku a fosforu. U každého prvku byly zvoleny vždy 3 varianty úrovně hnojení. V první variantě byla použita běžná, spíše menší množství dusíku a fosforu aplikovaná v zemědělské praxi, u druhé varianty byly dodány dávky odpovídající vysokému obsahu těchto prvků v půdě [40] a v poslední variantě byl pro srovnání použit dvojnásobek této dávky.

Na základě dosažených výsledků a po jejich srovnání s literaturou navrhuji následující doporučení:

- 1) Pro stabilní výnos velmi raných brambor je nutné zajistit optimální obsah dusíku a fosforu v půdě. V případě jejich přirozené deficiencie je nutno tyto prvky dodat ve formě hnojiv.
- 2) Při použití dusíku ke hnojení velmi raných brambor je nutno volit dávky velmi opatrně. Pokud vezmeme v úvahu, že výnos velmi raných brambor se pohybuje do $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, tak potom je potřeba k tomuto výnosu max. 50 kg rostlinou přijatelného dusíku. Navíc vyšší dávky mohou snižovat obsah organických sloučenin, což jsem potvrdila i v mém pokusu. K některým podobným závěrům dospěli i další autoři (viz. „Teoretická část“ a kapitola „Diskuse“). **Z těchto uvedených skutečností vyplývá doporučení ke hnojení velmi raných brambor dávkou do $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.**
- 3) Také při hnojení odrůd brambor dalších užitkových směrů musíme volit množství dusíku použitého ke hnojení velmi uvážlivě. Je třeba si uvědomit, že zvýšení výnosu je v přímé úměře se snižováním obsahu škrobu a zejména výživové hodnoty

bramborové bílkoviny. **Dávky nad 60 kg N.ha⁻¹ je možno zařadit jen pokud jsou k tomu nezbytné důvody, jako je např. nedostatek dusíku v půdě.**

- 4) Kvalita bramborových hlíz je dána také jejich náchylností k barevným změnám v průběhu potravinářského zpracování. Na těchto nežádoucích reakcích se podílejí také volné aminokyseliny, a to zejména: kyselina asparagová, kyselina glutamová, tyrosin, lysin a glycin. Obsah těchto aminokyselin vzrůstá v bramborách po jejich nadměrném hnojení dusíkem. **Ve vztahu ke kvalitě brambor určených pro tepelné zpracování proto doporučuji používat dávek dusíku max. do 120 kg.ha⁻¹** (viz. kapitola „Výsledky“).
- 5) Při hnojení fosforem ani jeho velmi vysoké dávky do půdy nemají jednoznačný vliv na výnos brambor, což se potvrdilo i v mém pokusu. Z provedené literární rešerše i z chemických analýz vzorků brambor, které jsem vypěstovala je patrné, že půdní fosfor má mnohem menší vliv na chemické složení bramborových hlíz. Na základě těchto závěrů **doporučuji používat bez obav i vysoké dávky fosforečných hnojiv (do 300 kg P.ha⁻¹ zeminy) k jednorázové aplikaci k bramborám. Vyšší dávky nedoporučuji, protože v takovém případě může být fosfor stresujícím faktorem pro bramborovou rostlinu** a navíc se velmi výrazně projevují změny v obsahu fosforu v sušině.

ZÁVĚR

Brambory jsou plodinou, která je schopna vyprodukovat velké množství organických látek, důležitých pro lidskou výživu, krmení hospodářských zvířat i pro zpracovatelský průmysl. Tvoří významnou energetickou složku potravy proto, že obsahují škrob (tvoří 70 – 80 % sušiny). Dusíkaté látky představují asi 7 – 8,5 % sušiny. Tvoří je bílkoviny, aminokyseliny, amidy s rozmanitými bázemi a amonné soli. Vysokou biologickou hodnotu bílkoviny, která dosahuje asi 75 % biologické hodnoty vaječné bílkoviny, tvoří esenciální aminokyseliny [77].

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

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

- 1) Každé zvýšení množství dusíku v půdě znamenalo statisticky průkazně vyšší výnos bramborových hlíz. Vzrostl také počet hlíz vytvořených jednou rostlinou a zvyšovala se i hmotnost připadající na jednu hlízu.
- 2) Stupňované dávky dusíku statisticky významně snižovaly obsah sušiny a škrobu v bramborových hlízách.
- 3) Příklad dusíku do půdy se projevil statisticky průkazně ve zvyšování dusíku v sušině bramborových hlíz. Při přepočtení obsahu dusíku na hrubou bílkovinu a po jejím vyjádření v g.kg^{-1} čerstvé hmoty bramborových hlíz se statisticky významně projevil negativní vliv dusíku na syntézu hrubé bílkoviny.
- 4) Stupňované dávky dusíku v půdě měly statisticky průkazný vliv na snižování obsahu aminokyselin v čerstvé hmotě bramborových hlíz.
- 5) Zvyšující se dávky dusíku v půdě měly za následek statisticky významné zvyšování podílu volných aminokyselin na úkor aminokyselin vázaných v bílkovině.

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

- 1) Stupňované množství fosforu v půdě neměly statisticky průkazný vliv na výnos brambor. I při použití velmi vysokých dávek fosforu nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ve srovnání s kontrolní variantou.
- 2) Zvyšování množství fosforu v půdě mělo statisticky významný vliv na snížení obsahu sušiny a škrobu v bramborových hlízách vzhledem ke kontrolní variantě.
- 3) Stupňované dávky fosforu se statisticky průkazně projeví ve zvyšování jeho obsahu v sušině bramborových hlíz.

Součástí mé diplomové práce je také rozsáhlý literární přehled týkající se problematiky kvality bramborových hlíz. Na základě této rešerše a s využitím výsledků experimentální části diplomové práce jsem navrhla některá doporučení pro pěstování velmi raných brambor, která by zabezpečovala vysokou nutriční hodnotu hlíz při současném zachování standardní výše výnosu (viz. kapitola „Návrhy a doporučení“).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PURVES, W. et al. Life: The Science of Biology. 7. vyd. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 1121 s. ISBN 0-7167-9856-5.
- [2] JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. Biologie. 1. vyd. Olomouc: Fin Publishing, 1996. 415 s. ISBN 80-86002-01-2.
- [3] IVANIČ, I., HAVELKA, B., KNOP, K. Výživa rostlín a hnojení. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1985. 361 s.
- [4] DELSCHEN, T., WERNER, W. Zur aussegekraft der Schwermetallsgrenzwerte in klarschlammgedungten Boden. Mitteilung: Einfluss verschiedener Bodenparameter auf die tolerierbaren, königwasserlöslichen Gesamtgehalte, Landwirtschaftliche Forschung, 1985, roč. 42, č. 1, s. 29 – 39. ISSN 0938-0037.
- [5] LENOCHOVÁ, M. a kol. Biologie. 1. vyd. Praha: SPN, 1984.. 256 s.
- [6] BAŠOVSKÁ, M. a kol. Biologie. 1 vyd. Praha: SPN, 1985. 282 s.
- [7] PROCHÁZKA, S. a kol. Fyziologie rostlin. 1. vyd. Praha: Academia, 2003. 422 s. ISBN 80-200-0586-2.
- [8] KINCL, M. a kol.. Biologie rostlin. 2. vyd. Praha: Fortuna, 1996. 85 s. ISBN 80-7168-364-7.
- [9] RUBIN, B. A.. Fyziologie rostlin. 1. vyd. Praha: Academia, 1966. 485 s.
- [10] MENGEL, K., KIRKBY, E. A.. Principles of Plant Nutrition. 1. vyd. Bern: Potash Institut of Schwitzerland, 1978. 593 s.
- [11] RICHTER, R., HLUŠEK, J. Výživa a hnojení rostlin. 1. vyd. Brno: MZLU, 1994. 177 s. ISBN.80-7157-138-5.
- [12] VOET, D., VOETOVÁ, G. J. Biochemie. 1. vyd. Praha: Biomedicínské středisko AV ČR, 1990. s. 861 - 998. ISBN 80-200-0600-1.
- [13] HAVELKA, B. Výživa a hnojení zahradnických rosltin. 1. vyd. Praha: SPN, 1990. 271 s.
- [14] RICHTER, R. Studium přeměn dusíkatých látek v rostlinách při různé úrovni dusíkaté výživy. Závěrečná zpráva. Brno: MZLU, 1980. 102 s.

- [15] MARKERT, B. Presence and significance of naturally occurring chemical elements of the periodic system in the plant organism and consequences for future investigations on inorganic environmental chemistry in ecosystems. Osnabruck: Kluwer Academic Publishers, 1992. 29 s.
- [16] SCHMIDT, F. Biochemistry. 1. vyd. Forster City: IDG Books Worldwide, 2000. s. 141 - 174. ISBN 0-7645-8562-2.
- [17] JELÍNEK, K. a kol. Přehled biologie. 1. vyd. Praha: SPN, 1987. s. 467.
- [18] VALÍČEK, P. Užitkové rostliny tropů a subtropů. 1. vyd. Praha: Academia, 1989. 204 s. ISBN 80-200-0000-3.
- [19] PELIKÁN, M., HRIVNA, L., HUMPOLA, J. Technologie sacharidů. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999. 152 s. ISBN 80-7157-407-4.
- [20] HRABĚ, J., KOMÁR, A. Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin rostlinného původu. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 2003. 163 s. ISBN 80-7231-107-7.
- [21] ROP, O. Výskyt cizorodých prvků v bramborách. Farmář, 8 (5), 2002. s. 26. ISSN 1210-9783.
- [22] VOKÁL, B. a kol. Abeceda pěstitele. 1.vyd. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, 2005. 43 s. ISBN 80-86940-01-2.
- [23] ROP, O. Obsah cizorodých prvků v rostlinách velmi raných odrůd brambor. Disertační práce. Brno: MZLU, 1999. 77 s.
- [24] VOKÁL, B. a kol. Pěstujeme brambory. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 2004. 261 s. ISBN 80-239-4235-2.
- [25] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách.
- [26] ADLER, G. Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse. 1. vyd. Hamburg: P. Parey, 1971. 208 s.
- [27] Vyhláška Ministerstva zemědělství 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, suché skořápkaté plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování.

- [28] DUCHOŇ, J. a kol. Lékařská chemie a biochemie. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1985. 255 s.
- [29] MURRAY, K. a kol. Harperova biochemie. 23. vyd. Jinočany: Nakladatelství H + H, 2002. 143 s. ISBN 80-7319-013-3.
- [30] KARLSON, P. Základy biochemie. 10. vyd. Praha: Academia, 1981. 344 s.
- [31] ŠÍCHO, V., VODRÁŽKA, S., KRÁLOVÁ, B. Potravinářská biochemie. 2. vyd. Praha: SNTL, 1981. 360 s.
- [32] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. Teoretické principy konzervace potravin I. Hlavní konzervářské suroviny. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. 130 s. ISBN 80-7318-339-0.
- [33] KYZLINK, V. Základy konzervace potravin. 2. vyd. Praha: SNTL, 1980. 516 s.
- [34] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [35] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [36] VACULÍK, J. Přehled středoškolské chemie. 1. vyd. Praha: SPN, 1990. 368 s. ISBN 80-04-22463-6.
- [37] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., ČURDOVÁ, M. Technologie konzervárenství. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 216 s.
- [38] BALAŠTÍK, J. Konzervace ovoce a zeleniny. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. 336 s.
- [39] RICHTER, R. a kol. Výživa a hnojení rostlin. 2. vyd. Brno: MZLU, 1997. 77 s.
- [40] RICHTER, R., HLUŠEK, J., HŘIVNA, L. Výživa a hnojení rostlin – návody do cvičení. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999. 188 s. ISBN 80-7157-346-9.
- [41] HLUŠEK, J. Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1996. 48 s. ISBN 80-7105-111-X.
- [42] RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin. Brno: MZLU, 2004.

- [43] Nařízení vlády 103/2003 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- [44] 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.
- [45] FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources. A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* č. 1, 2000, s. 6 - 29. 2000. ISSN 0021-8561.
- [46] RYBÁČEK, V. a kol. *Brambory*. 1. vyd. Praha: SZN, 1988.
- [47] CIANQUINTO, L., BONA, S. Management of nitrogen and water in potatoproduction. Wagening: Agricultural University, 2000. 54 s.
- [48] VANĚK, V., TLUSTOŠ, P. Nitráty v rostlinách. *Farmář* č. 6. 1999. s. 24 – 25. ISSN 1210-9789.
- [49] 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.
- [50] KABATA – PENDIAS, A., PENDIAS, H. *Trace Elements in Soils and Plants*. 2. vyd. Boca Raton: CRC, 1984. 415 s.
- [51] 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.
- [52] 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.
- [53] LIN, S. et al. Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. *Journal of Plant Nutrition*, 2004, roč. 27, č. 2, s. 341 - 350. ISSN 0190-4167.

- [54] ROINILLA, P. et al. Effects of different organic fertilization practises and mineral fertilization on potato quality. *Biological Agriculture & Horticulture*, 2003, roč. 21, č. 2, s. 165 - 194. ISSN 0144-8765.
- [55] 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.
- [56] USDA. Nutrient Database for Standard Reference. Washington D. C.: Release 12, 1998.
- [57] VOJTAŠŠÁKOVÁ, A. a kol. *Potravinárske tabuľky*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav potravinársky, 1997. 210 s. ISBN 80-85330-33-4.
- [58] TALAAT, M. The effect of mineral and compost fertilization on the nitrogen content and amino acid composition of potato and oat grains. *Disertační práce*. Wien: Universität Wien, 2003. 154 s.
- [59] EPPENDORFER, W. H., BILLE, S. W. Free and total amino acid composition of edible part of beans, kale spinach, cauliflower and potatoes as influenced by nitrogen fertilization and phosphorus and potassium deficiency. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 1996, roč. 71, č. 4, s. 449 - 458. ISSN 0022-5142.
- [60] 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.
- [61] 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.
- [62] CLAUSSEN, W. Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown potato plants as affected by nitrogen source and nutrient concentration. *Plant and Soil*, 2002, roč. 247, č. 2, s. 199 – 209. ISSN 0032-079X.
- [63] OSAKI, M. et al. Effects of amonium 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.

- [64] DIVIŠ, J., ŠTĚRBA, Z. Relationship of fertilization and mechanical damage to potato tubers in Krasa cultivar. *Rostlinná výroba*, 43 (4). 1997. s 199 – 203. ISSN 1214-1178.
- [65] JACOBSEN, H. B. The degree of starch phosphorylation as influenced by phosphate deprivation of potato plants. *Potato Research*, 1998, roč. 41, č. 2, s. 109 – 116. ISSN 0014-3065.
- [66] MAIER, N. A. et al. Effect of current-season application of calcitic lime and phosphorus fertilization on soil pH, potato growth, yield, dry matter content, and cadmium concentration. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2002, roč. 33, č. 13 – 14, s. 2145 – 2165. ISSN 0010-3624.
- [67] KOLBE, H. et al. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer treatments on weight-loss and changes in chemical-composition of potato tubers stored at 4-degrees-C. *Potato Research*, 1995, roč. 38, č. 1, s. 97 – 107. ISSN 0014-3065.
- [68] 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.
- [69] HAMOUZ, K. *Základy pěstování raných brambor*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 1999. 43 s. ISBN 80-7105-202-7.
- [70] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol. *Základy rostlinné produkce*. 2. vyd. Praha: ČZU, 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4.
- [71] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1998. 83 s. ISBN 80-7231-022-4.
- [72] JANDASEK, J., KRÁČMAR, S., MILERSKI, M et al. 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.

- [73] Official Journal L 206. Eighth 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.
- [74] UNISTAT : Statistical Package for Windows. London : Unistat House, 2002, s. 406 – 419.
- [75] HAVLÍČEK, V. Analyzátor aminokyselin AAA400. Praha: INGOS, 2002. 54 s.
- [76] MINX, L., PFLUG, J., VRZALOVÁ, J. Rostlinná výroba II pro PEF. 1. vyd. Brno: VŠZ, 1987. 131 s.
- [77] ZIMOLKA, J. Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba.1 vyd. Brno: MZLU, 2005. 245 s. ISBN 80-7157-451-1.
- [78] 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.
- [79] JŮZL, M., PULKRÁBEK, J., DIVIŠ, J. a kol. Rostlinná výroba – III. 1. vyd. Brno: MZLU, 2000. 232 s. ISBN 80-7157-446-5.
- [80] DIVIŠ, J., BÁRTA, J. Výživa a hnojení brambor. Farmář: Informační měsíčník pro zemědělce, 2004, roč. 10, č. 3, s. 31 – 32. ISSN 1210-9789.
- [81] BÁRTA, J. Studium vlivu dusíkatého hnojení na kvalitu konzumních brambor. Disertační práce. České Budějovice: JU Zemědělská fakulta, 2002. 191 s.
- [82] 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.
- [83] CURLESS, M. A. et al. Nitrogen and phosphorus availability from liquid dairy manure to potatoes. American Journal of Potato Research, 2005, roč. 82, č. 4, s. 287 – 297. ISSN 1099-209X.
- [84] 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.

- [85] CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E. Pěstování a kvalita rostlin. 1. vyd. Brno: MZLU, 2005. 181 s. ISBN 80-7157-897-5.
- [86] LITTLE, S. A., HOCKING, P. J., GREENE, R. S. B. A preliminary study of the role of cover crops in improving soil fertility and yield for potato production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2004, roč. 35, č. 3-4, s. 471 – 494. ISSN 0010-3624.
- [87] ROTHRIEHT, C. Investigations of the effecivity of mineral phosphorus-fertilizer use in the potato production. *Bodenkultur*, 1992, roč. 43, č. 1, s. 55-63. ISSN 0006-5471.
- [88] BAZIRAMAKENGA, R. SIMARD, R. R. Effect of deinking paper sludge compost on nutrient uptake and yields of snap bean and potatoes grown in rotation. *Compost Science & Utilization*, 2001, roč. 9, č. 2, s. 115 – 126. ISSN 1065-657X.
- [89] JENKINS, P. D., MAHMOOD, S. Dry matter production and partitioning in potato plants subjected to combined deficiencies of nitrogen, phosphorus and potassium. *Annals of Applied Biology*, 2003, roč. 143, č. 2, s. 215 – 229. ISSN 0003-4746.
- [90] ROP O., VALÁŠEK P., 2005. Effect of nitrogen and phosphorus on content of mercury in lettuce and kohlrabi plants. *Chemické listy*, 3rd Meeting on Chemistry and Life, VUT Brno, s. 330 – 331. ISSN 0009 - 2770.
- [91] ROP, O., VALÁŠEK, P., BŘEZINA, P. Vliv cizorodých prvků na obsah škrobu v bramborových hlízách. *Chemické listy*, 2005, roč. 99, č. 9, s. 666 – 667. ISSN 0009-2770.
- [92] HEGNEY, M. A. et al. Broadcasting phosphate fertilisers produces higher yields of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) than bandplacement on coastal sands. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1999, roč. 39, č. 4, s. 495 – 503, 1999. ISSN 0816-1089.
- [93] BÁRTA, J., DIVIŠ, J. Hnojení dusíkem a stolní hodnota konzumních hlíz. *Agromagazín*, 2000, roč. 1, č. 10, s. 25 – 26. ISSN 1212-6667.
- [94] DIVIŠ, J., BÁRTA, J. Výživa a hnojení brambor dusíkem. *Farmář*, 2004, roč. 10, č. 3, s. 31 – 32. ISSN 1210-9789.

- [95] ROGOZINSKA, I., PINSKA, M. The effect of increased levels of nitrogen and phosphorus on parameters related to the quality of table potatoes before and after clamp storage. *Potato Research*, 1991, roč. 34, č. 2, s. 139 –148. ISSN 0014-3065.
- [96] 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.
- [97] BÁRTA, J., DIVIŠ, J., ČURN, V. Dusíkaté hnojení a jeho vliv na obsah bílkovin bramborových hlíz. České Budějovice: Sborník z mezinárodní konference „Trvale udržitelný rozvoj – cesta do 3. tisíciletí“, Zemědělská fakulta JU, 2000, s. 146 – 147.
- [98] FEIL, B., STAMP, P. Sustainable agriculture and product quality – a case-study for selected crops. *Food Reviews International*, 1993, roč. 9, č. 3, s. 361 – 388. ISSN 8755-9129.
- [99] 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.
- [100] MORITA, T., KASAOKA, S., KIRIYAMA, S. Physiological functions of resistant proteins: Proteins and peptides regulating large bowel fermentation of indigestible polysaccharide. *Journal of Aoac International*, 2004, roč. 87, č. 3, s. 792 – 796. ISSN 1060-3271.
- [101] 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.
- [102] 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.

- [103] ROE, M. A., FAULKES, 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.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

mRNA	mediátorová ribonukleová kyselina
ATP	adenosintrifosfát
$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	kilojouly v jednom molu látky
ADP	adenosindifosfát
$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	miligramy na kilogram
P_2O_5	oxid fosforečný
NaCl	chlorid sodný
MgSO_4	síran hořečnatý
HCl	kyselina chlorovodíková
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	síran amonný
DNA	deoxyribonukleová kyselina
$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	kilogramy na hektar
$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	tuny na hektar
cit.	citace
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sd	směrodatná odchylka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Řez bramborovou hlízou	16
--------------------------------------	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka I. Chemické složení bramborové hlízy podle ADLERA (1971) [26]	19
Tabulka II. Varné typy brambor [27]	19
Tabulka III. Procentické vyjádření jednotlivých forem dusíku ve zralé bramborové hlíze při sušině 22,5 %	31
Tabulka IV. Průměrný obsah aminokyselin ve 100 g čerstvé hmoty bramborové hlízy (upraveno podle cit. 56 a cit. 57).....	33
Tabulka V. Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a fosforu do půdy v mg.kg^{-1} zeminy, pro srovnání je v posledním sloupci uvedeno množství odpovídající dávce na 1 hektar.....	38

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 (ze čtyř stanovení) v bramborových hlízách (v hmotnostních procentech) a směrodatné odchyly (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 odchyly (Sd)
Graf P. IV. Průměrný obsah škrobu v bramborových hlízách (% v čerstvé hmotě)
- P V Tab. P. IV. Průměrný obsah fosforu (ze čtyř měření) v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchyly (Sd)
Graf P. V. Průměrný obsah fosforu v bramborových hlízách (% sušiny)
- P VI Tab. P. V. Průměrný obsah (u každé varianty z 8 měření) hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchyly (Sd)
Graf P. VI. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
- P VII Tab. P. VI. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchyly (Sd)
- P VIII Tab. P. VII. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g.kg^{-1} čerstvé hmoty) a směrodatné odchyly
- P IX Graf P. VII. Průměrný obsah valinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)
Graf P. VIII. Průměrný obsah leucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

- P X Graf P. IX. Průměrný obsah isoleucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. X. Průměrný obsah threoninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XI Graf P. XI. Průměrný obsah methioninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XII. Průměrný obsah lysinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XII Graf P. XIII. Průměrný obsah fenylalaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XIV. Průměrný obsah histidinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XIII Graf P. XV. Průměrný obsah argininu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XVI. Průměrný obsah cysteinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XIV Graf P. XVII. Průměrný obsah kyseliny asparagové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XVIII. Průměrný obsah kyseliny glutamové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XV Graf P. XIX. Průměrný obsah serinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)

- Graf P. XX. Průměrný obsah prolinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XVI Graf P. XXI. Průměrný obsah glycinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XXII. Průměrný obsah alaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- P XVII Graf P. XXIII. Průměrný obsah tyrosinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹čerstvé hmoty)
- Graf P. XXIV. Průměrné celkové množství aminokyselin v bramborových hlízách z kontrolní varianty a z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)
- P XVIII Tab. P. VIII. Obsah aminokyselin v bramborových hlízách (g na 16 g dusíku)
- P XIX Tab. P. IX. Průměrný obsah dusíku v bramborových hlízách (% sušiny) a směrodatné odchylky (Sd)

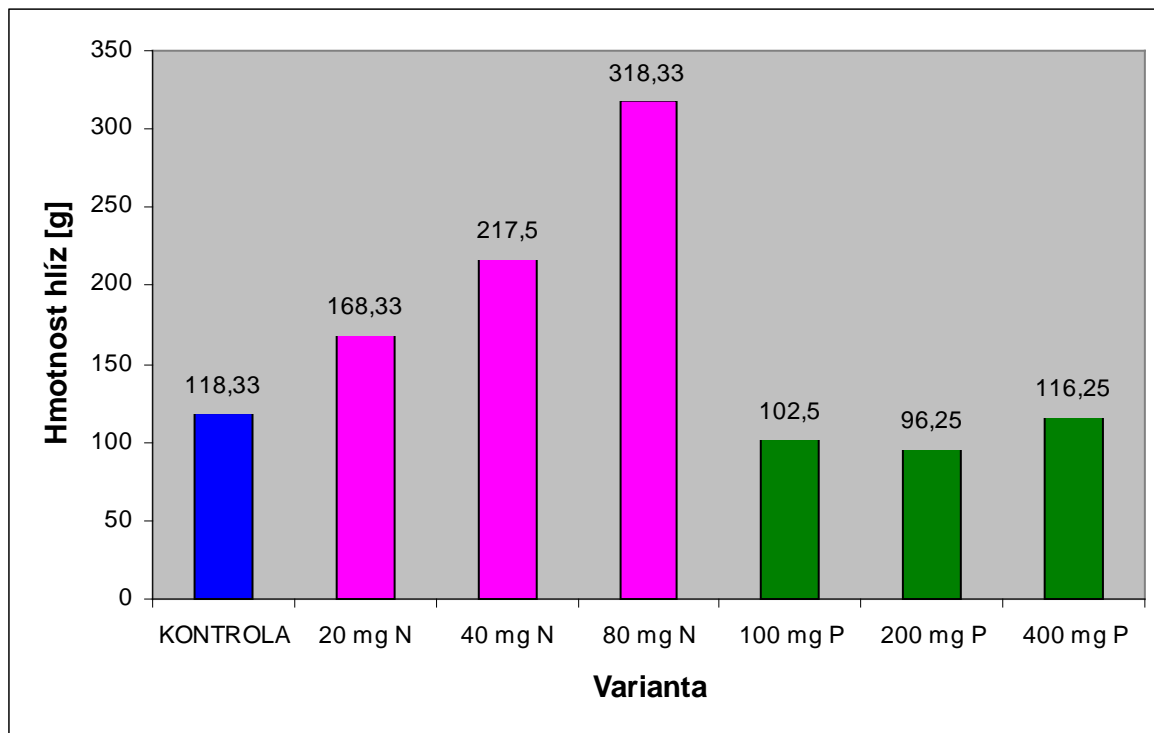
PŘÍLOHA P I:

Tab. P. I. Průměrné výnosové parametry brambor

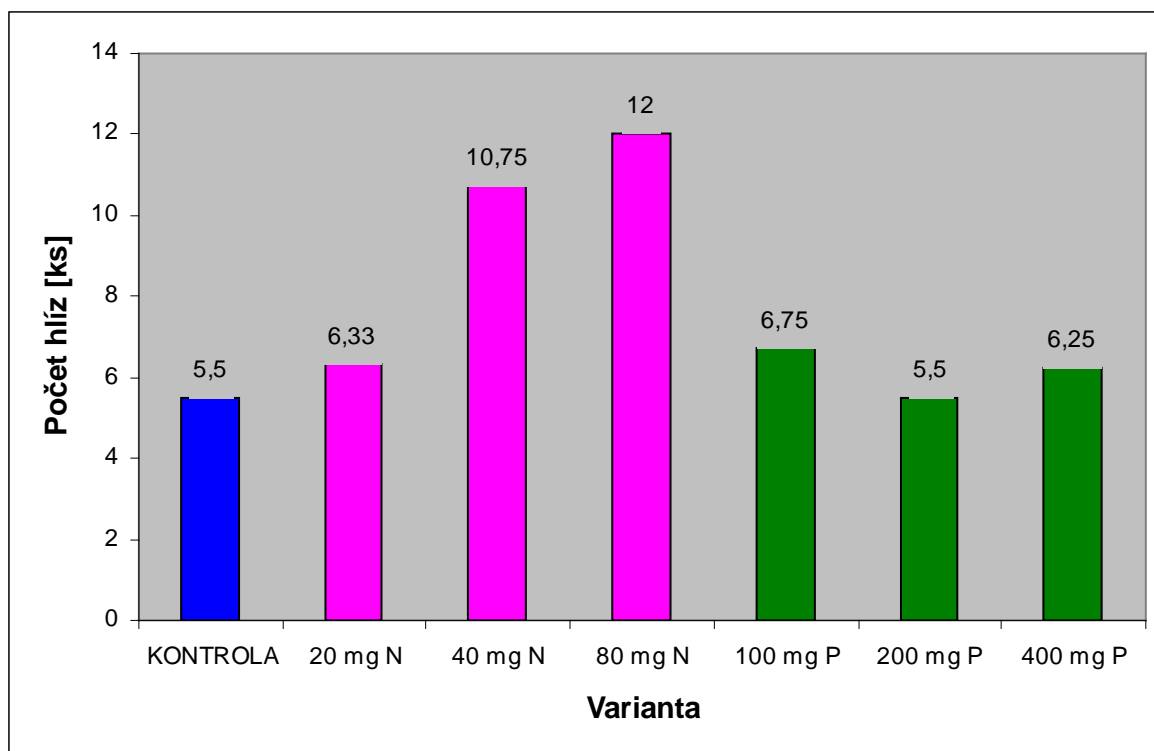
Varianta	Průměrná hmotnost hlíz [g]	Průměrný počet hlíz [ks]
KONTROLA	118,33	5,50
20 mg N.kg ⁻¹	168,33	6,33
40 mg N.kg ⁻¹	217,5	10,75
80 mg N.kg ⁻¹	318,33	12,00
100 mg P.kg ⁻¹	102,50	6,75
200 mg P.kg ⁻¹	96,25	5,50
400 mg P.kg ⁻¹	116,25	6,25

PŘÍLOHA P II:

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



Graf P. II. Průměrný počet bramborových hlíz v kusech

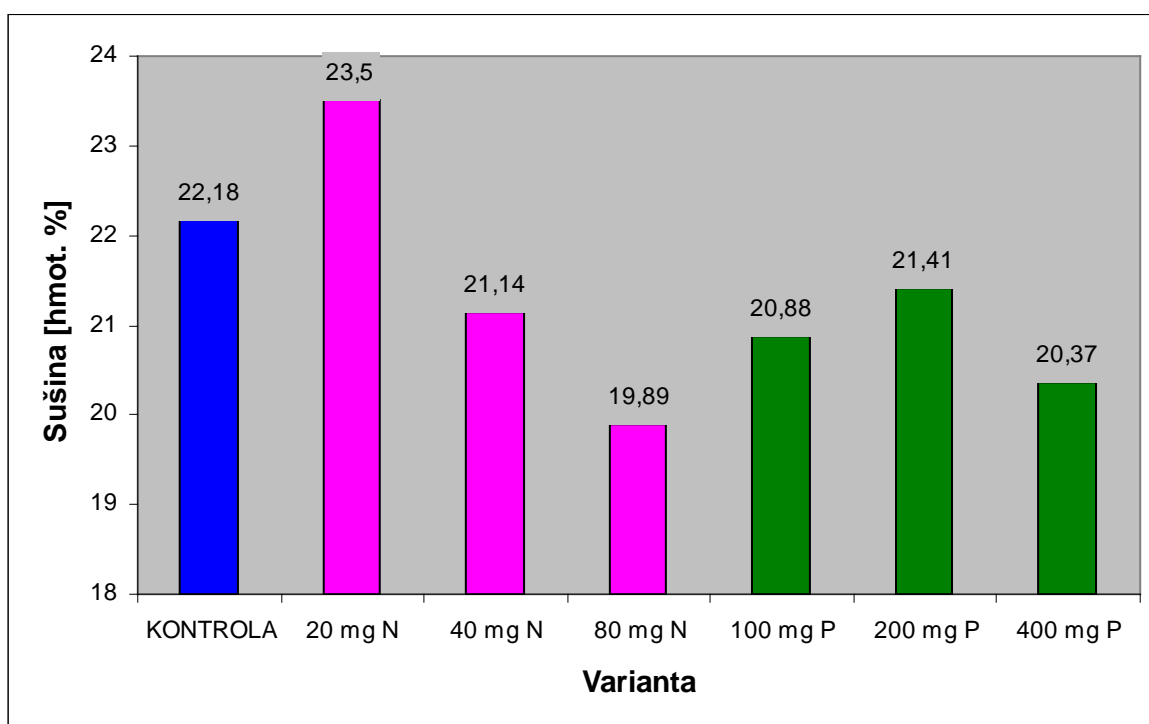


PŘÍLOHA P III:

Tab. P. II. Průměrný obsah sušiny (ze čtyř stanovení) v bramborových hlízách (v hmotnostních procentech) a směrodatné odchylky (Sd)

Varianta	Obsah sušiny [hmot. %]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	22,18	0,076
20 mg N.kg ⁻¹	23,50	0,042
40 mg N.kg ⁻¹	21,14	0,034
80 mg N.kg ⁻¹	19,89	0,041
100 mg P.kg ⁻¹	20,88	0,053
200 mg P.kg ⁻¹	21,41	0,073
400 mg P.kg ⁻¹	20,37	0,025

Graf P. III. Průměrný obsah sušiny v bramborových hlízách

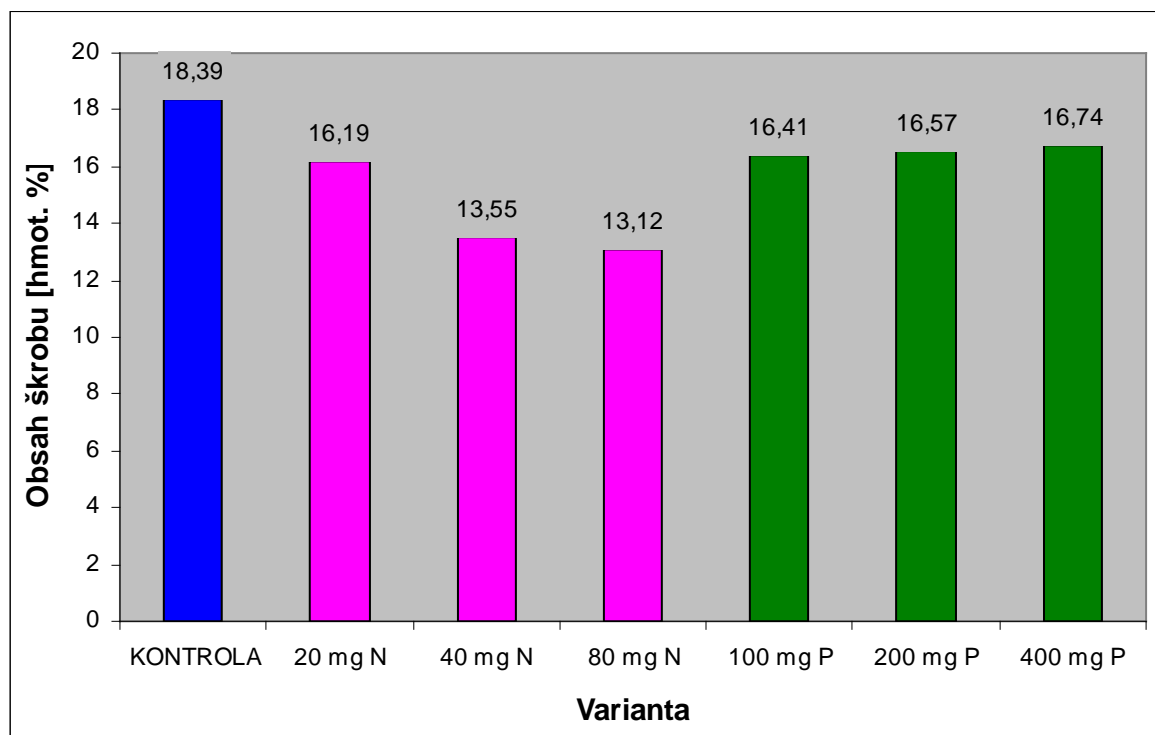


PŘÍLOHA P IV:

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

Varianta	Obsah škrobu [hmot. %]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	18,39	0,054
20 mg N.kg ⁻¹	16,19	0,019
40 mg N.kg ⁻¹	13,55	0,037
80 mg N.kg ⁻¹	13,12	0,018
100 mg P.kg ⁻¹	16,41	0,020
200 mg P.kg ⁻¹	16,57	0,019
400 mg P.kg ⁻¹	16,74	0,020

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

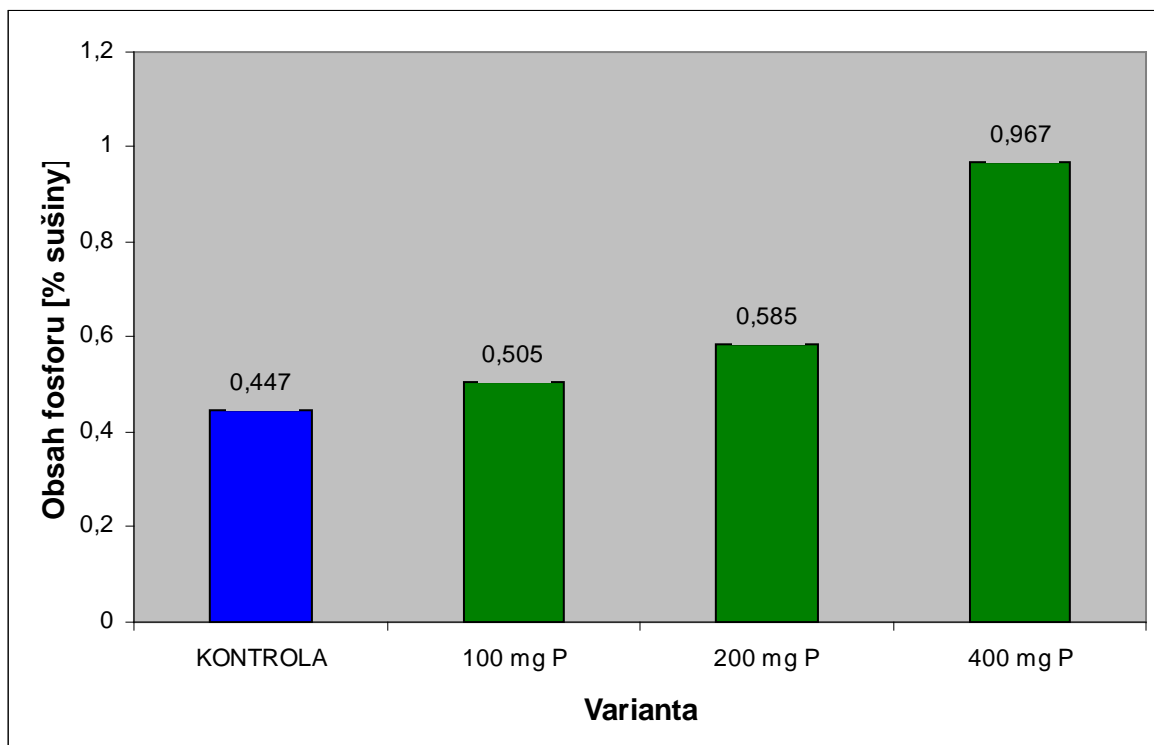


PŘÍLOHA P V:

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

Varianta	Obsah fosforu [% sušiny]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	0,447	0,029
100 mg P.kg ⁻¹	0,505	0,039
200 mg P.kg ⁻¹	0,585	0,050
400 mg P.kg ⁻¹	0,967	0,051

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

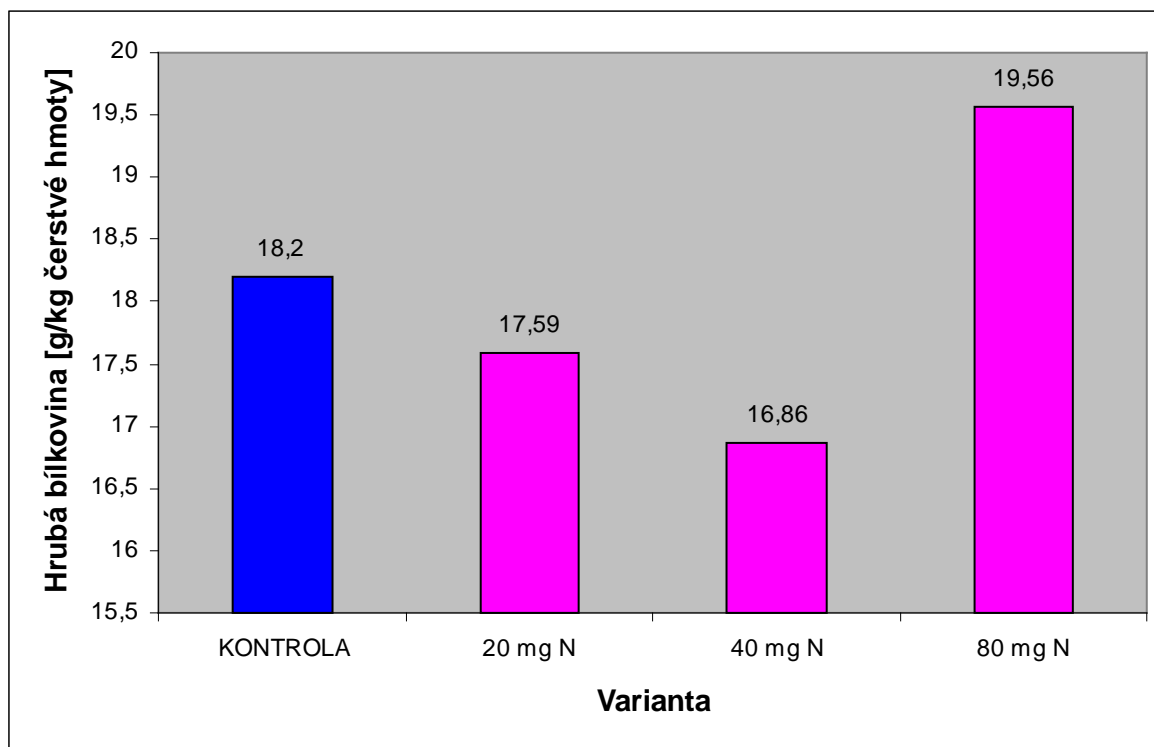


PŘÍLOHA P VI:

Tab. P. V. Průměrný obsah (u každé varianty z 8 měření) hrubé bílkoviny v bramborových hlízách ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty) a směrodatné odchylky (Sd)

Varianta	Obsah hrubé bílkoviny [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	18,20	0,09
20 mg N.kg ⁻¹	17,59	0,25
40 mg N.kg ⁻¹	16,86	0,20
80 mg N.kg ⁻¹	19,56	0,11

Graf P. VI. Průměrný obsah hrubé bílkoviny v bramborových hlízách ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)



PŘÍLOHA P VII:

Tab. P. VI. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty) a směrodatné odchytky (Sd)

Aminokyselina	Obsah v kontrolní variantě	Sd	Obsah u varianty s 20 mg N.kg ⁻¹ zeminy	Sd
Valin	0,84	0,01	0,68	0,03
Leucin	1,06	0,03	0,88	0,02
Isoleucin	0,63	0,01	0,53	0,02
Threonin	0,70	0,02	0,57	0,03
Methionin	0,33	0,02	0,31	0,01
Lysin	1,01	0,01	0,81	0,03
Fenylalanin	0,73	0,01	0,61	0,02
Histidin	0,33	0,01	0,20	0,01
Arginin	1,06	0,02	0,73	0,03
Cystein	0,37	0,01	0,33	0,01
Kyselina asparagová	2,23	0,03	1,84	0,06
Kyselina glutamová	2,19	0,06	1,67	0,07
Serin	0,69	0,01	0,60	0,02
Prolin	0,96	0,05	0,75	0,05
Glycin	0,65	0,01	0,52	0,02
Alanin	0,62	0,01	0,47	0,02
Tyrosin	2,02	0,04	1,41	0,06
Celkové množství aminokyselin	16,42	-	12,91	-

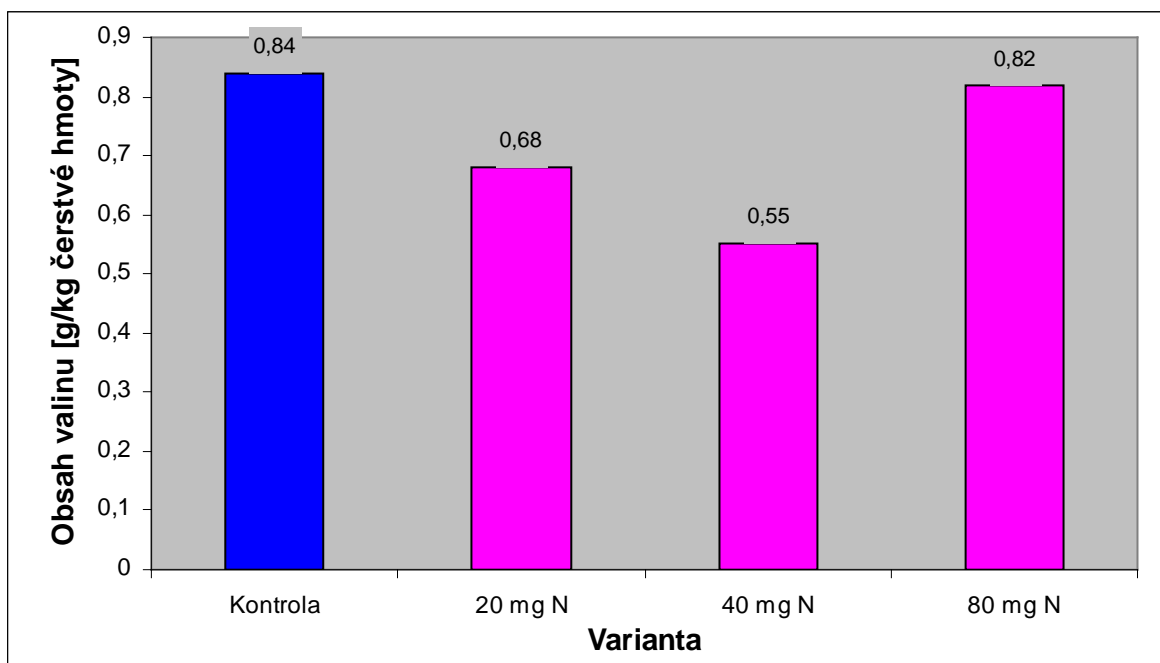
PŘÍLOHA P VIII:

Tab. P. VII. Průměrný obsah aminokyselin v bramborových hlízách ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty) a směrodatné odchylky (Sd)

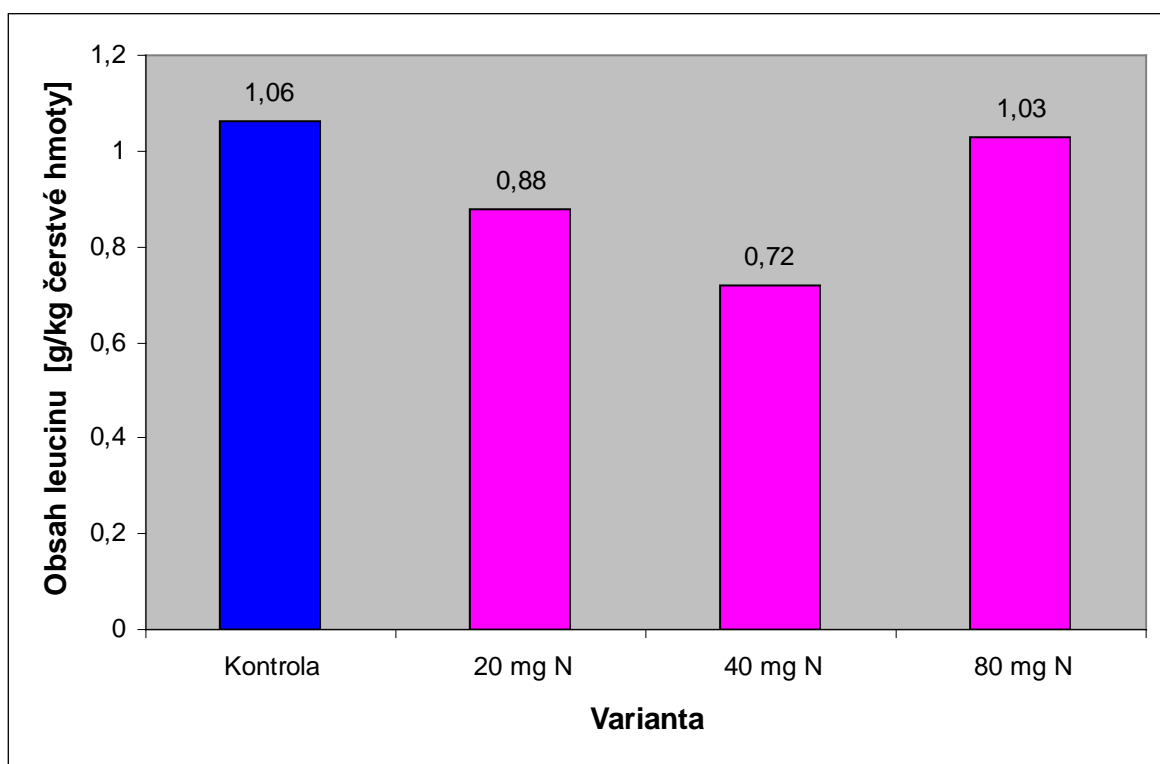
Aminokyselina	Obsah varianty s 40 mg N.kg ⁻¹ zeminy	Sd	Obsah u varianty s 80 mg N.kg ⁻¹ zeminy	Sd
Valin	0,55	0,02	0,82	0,03
Leucin	0,72	0,02	1,03	0,02
Isoleucin	0,45	0,02	0,63	0,02
Threonin	0,45	0,02	0,66	0,02
Methionin	0,26	0,02	0,30	0,00
Lysin	0,66	0,01	0,95	0,05
Fenylalanin	0,51	0,02	0,72	0,02
Histidin	0,25	0,01	0,31	0,01
Arginin	0,57	0,02	0,96	0,04
Cystein	0,25	0,00	0,37	0,01
Kyselina asparagová	1,32	0,04	2,52	0,05
Kyselina glutamová	1,39	0,05	1,72	0,04
Serin	0,48	0,02	0,66	0,01
Prolin	0,59	0,06	0,79	0,05
Glycin	0,43	0,01	0,60	0,01
Alanin	0,43	0,01	0,54	0,02
Tyrosin	1,72	0,04	1,85	0,05
Celkové množství aminokyselin	11,03	-	15,43	-

PŘÍLOHA P IX:

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

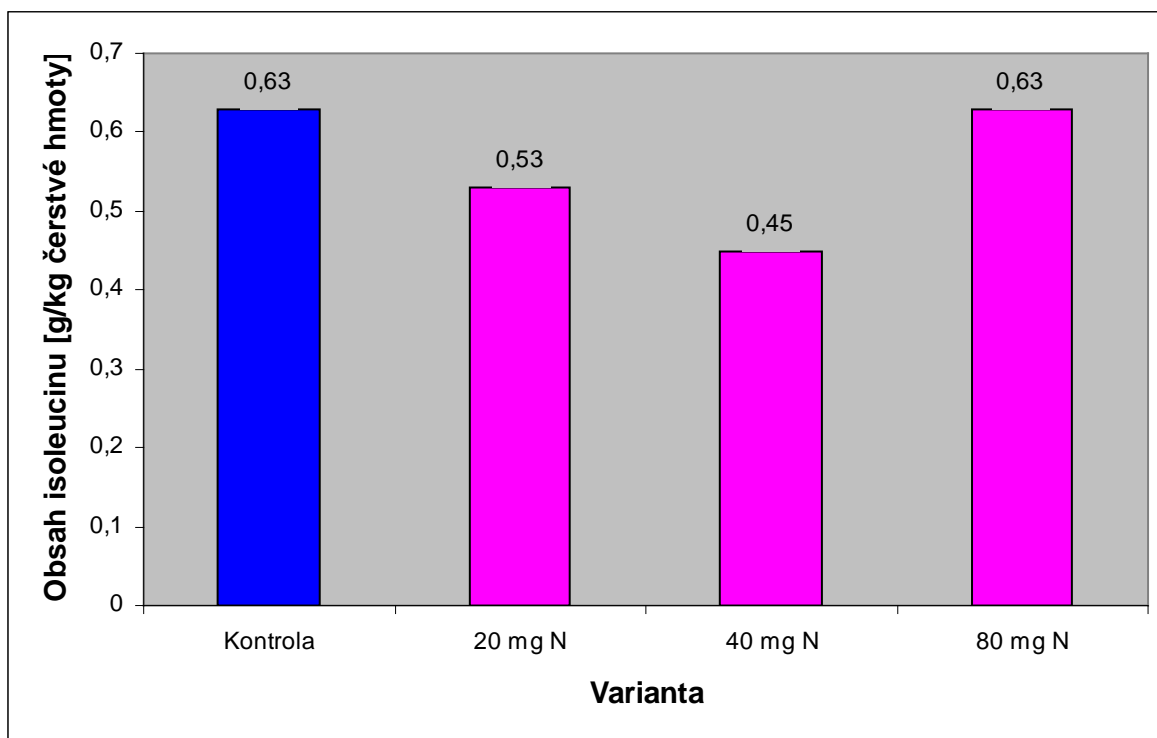


Graf P. VIII. Průměrný obsah leucinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

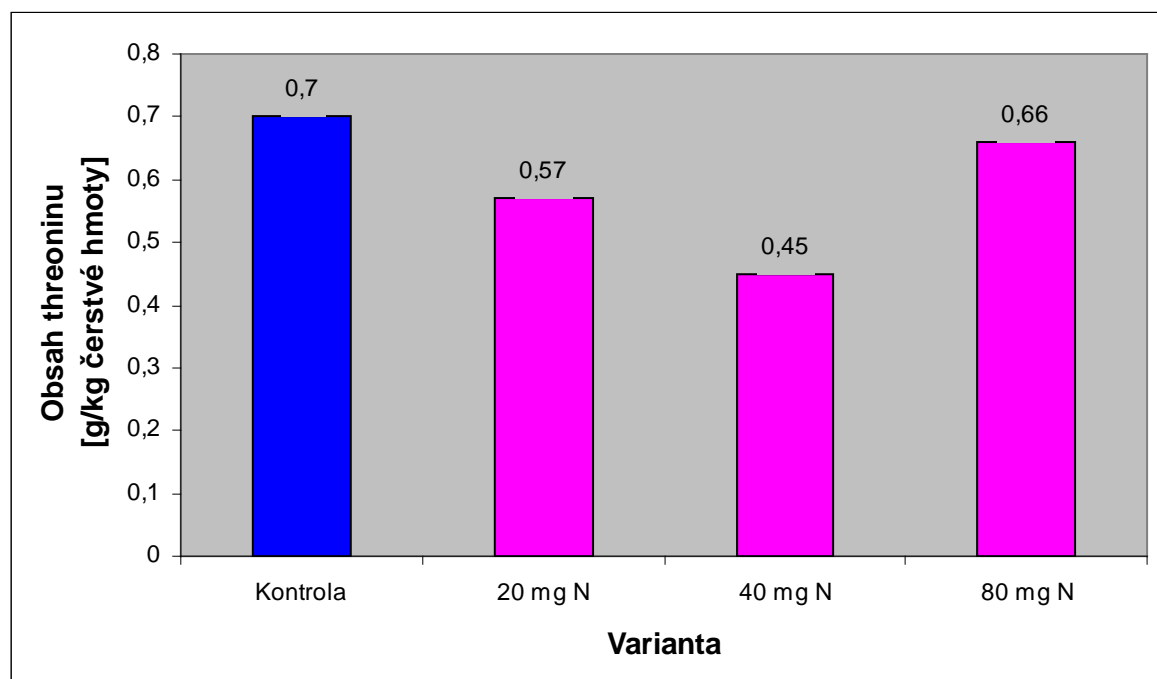


PŘÍLOHA P X:

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

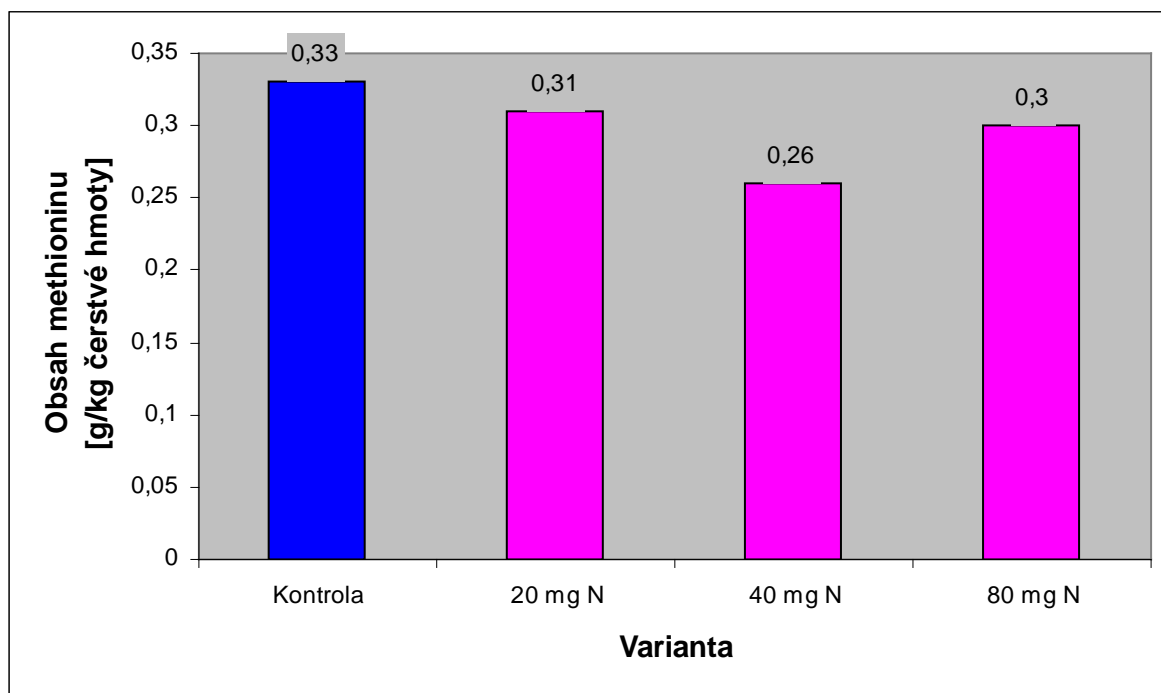


Graf P. X. Průměrný obsah threoninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

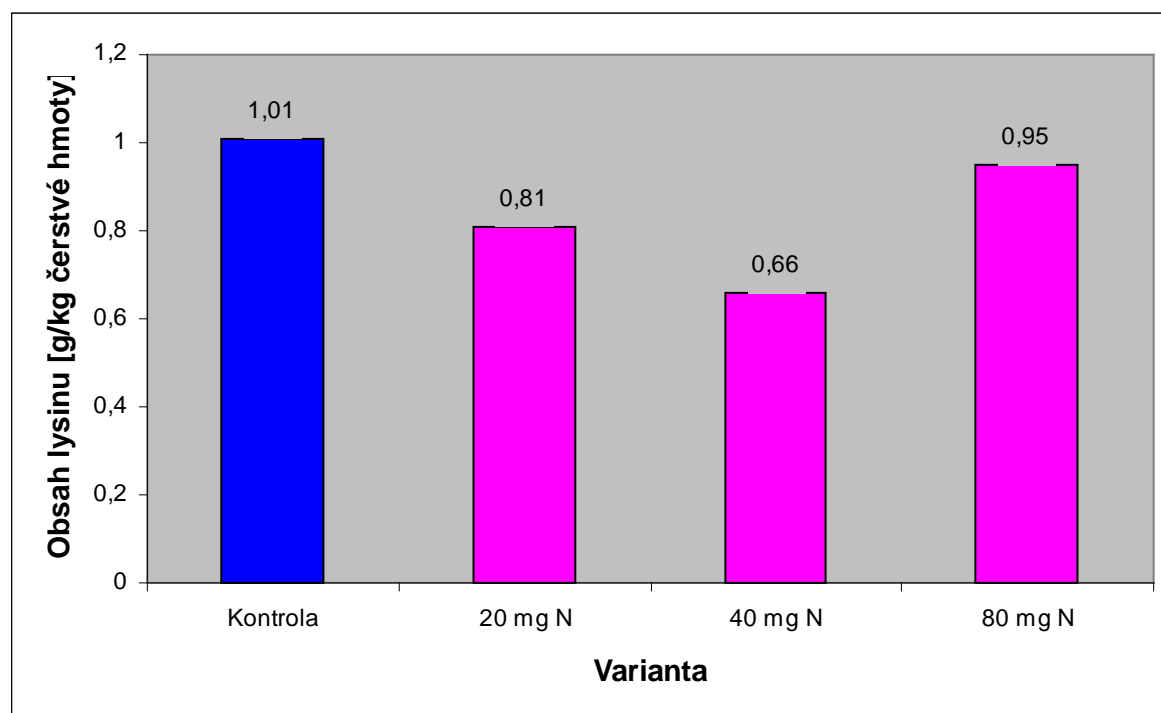


PŘÍLOHA P XI:

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

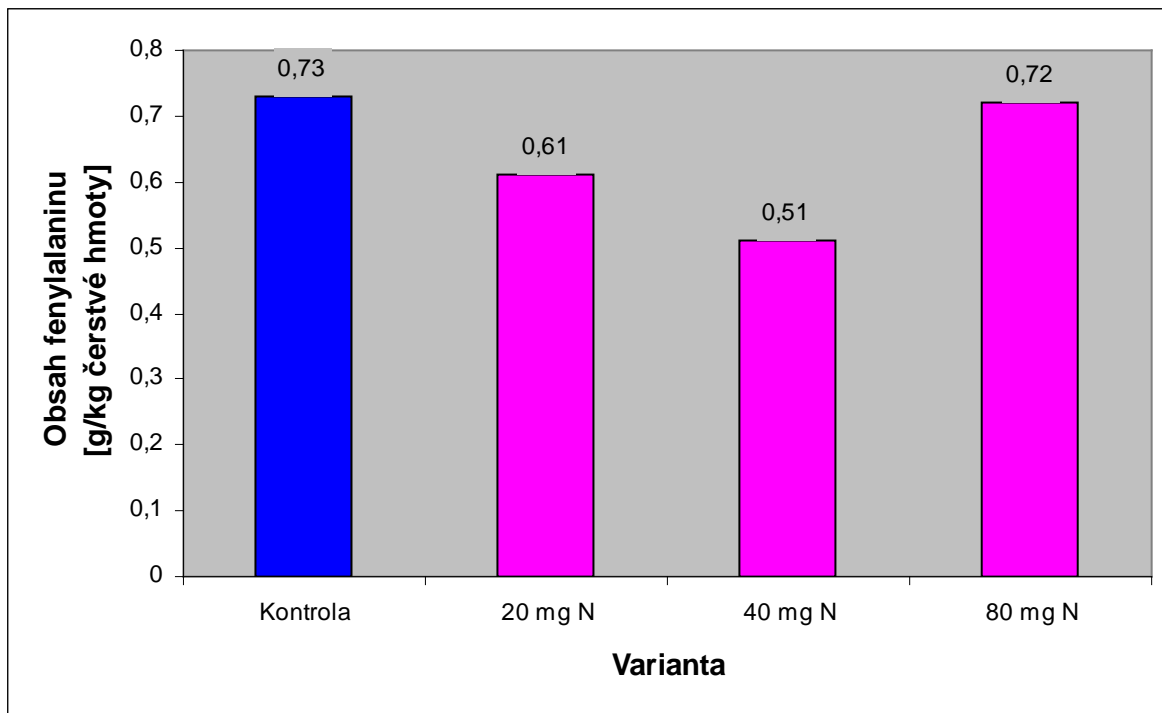


Graf P. XII. Průměrný obsah lysinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

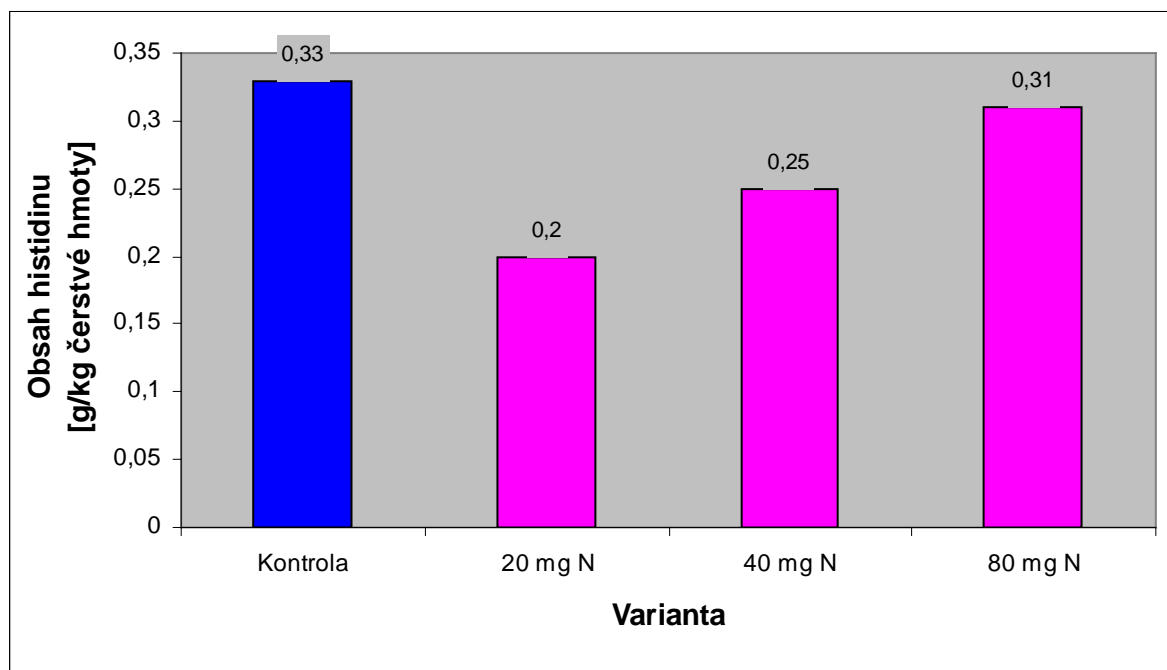


PŘÍLOHA P XII:

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

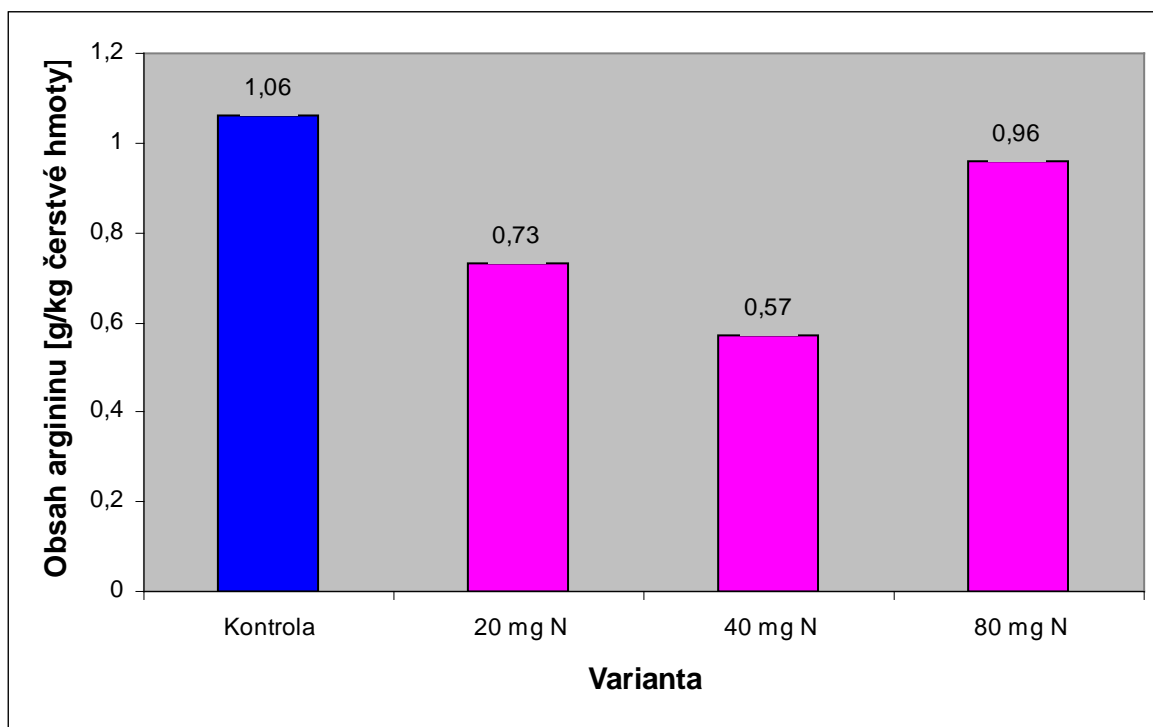


Graf P. XIV. Průměrný obsah histidinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

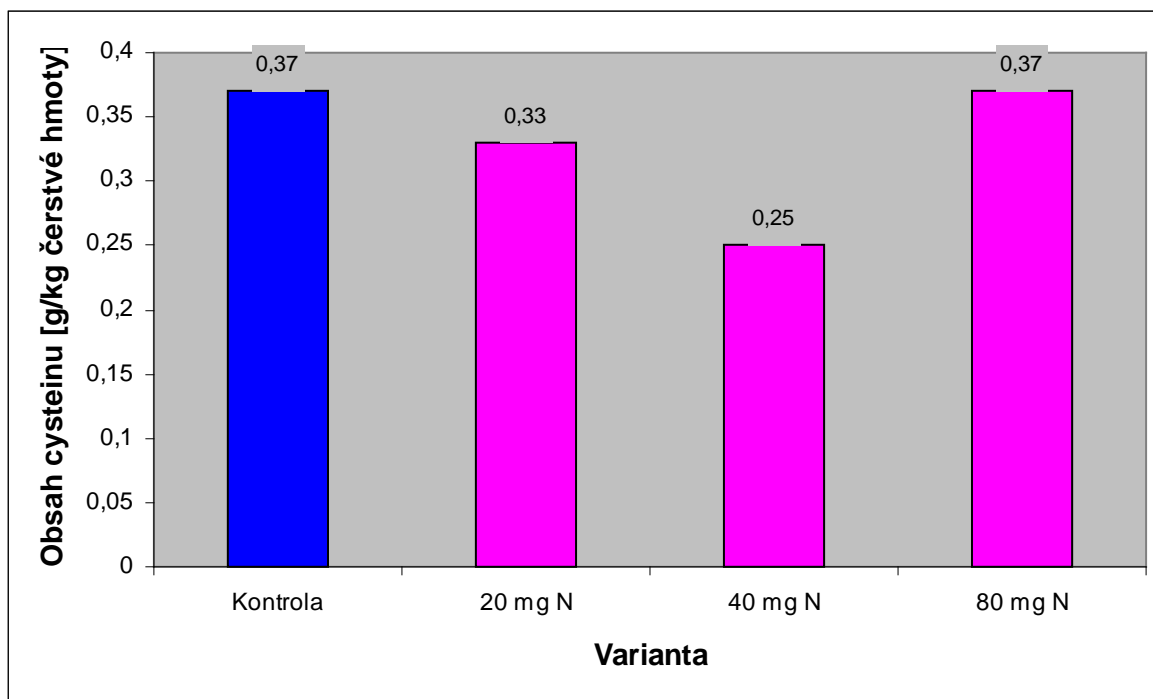


PŘÍLOHA P XIII:

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

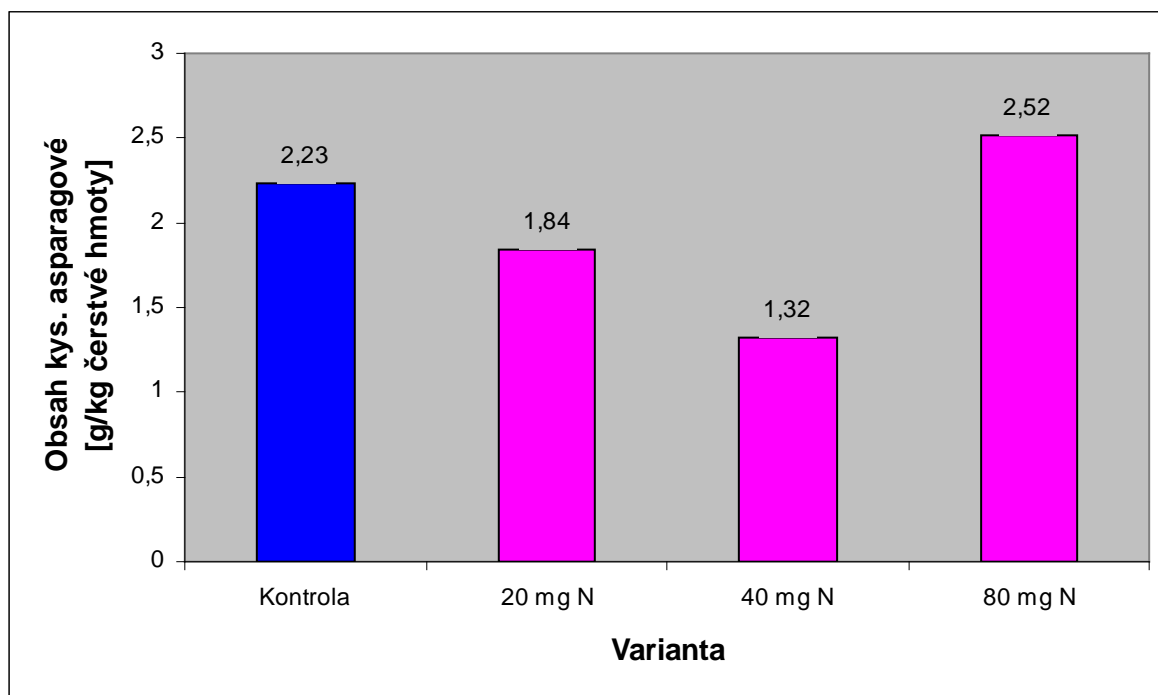


Graf P. XVI. Průměrný obsah cysteinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

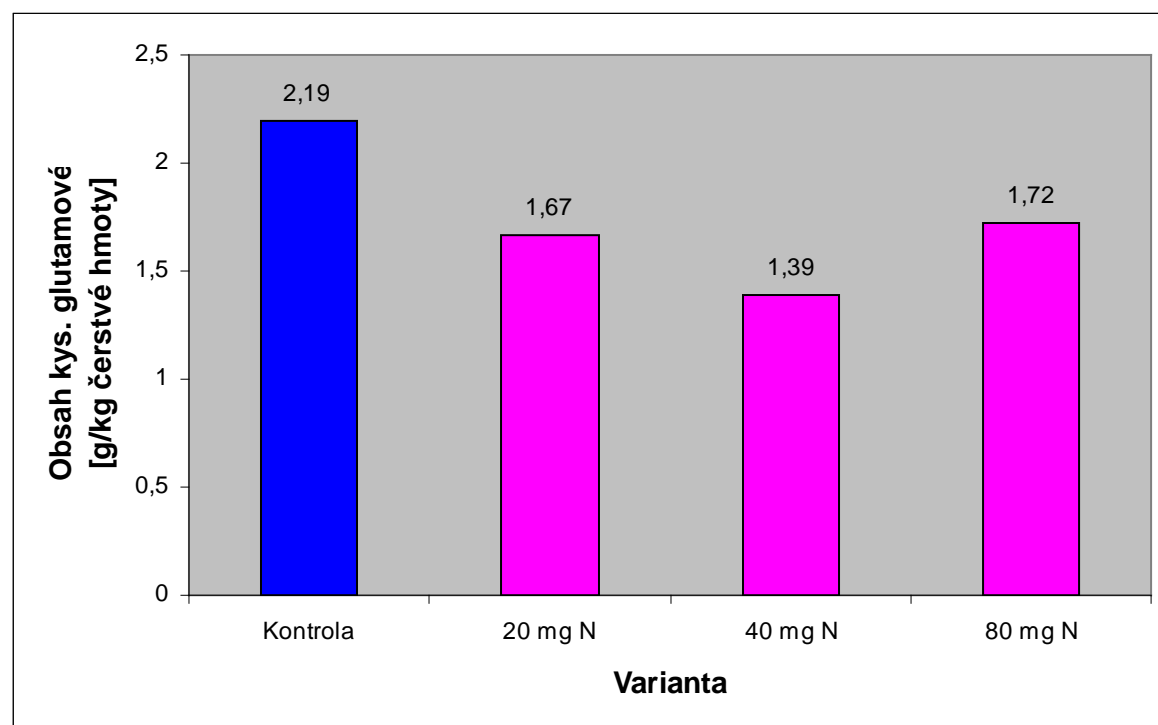


PŘÍLOHA P XIV:

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

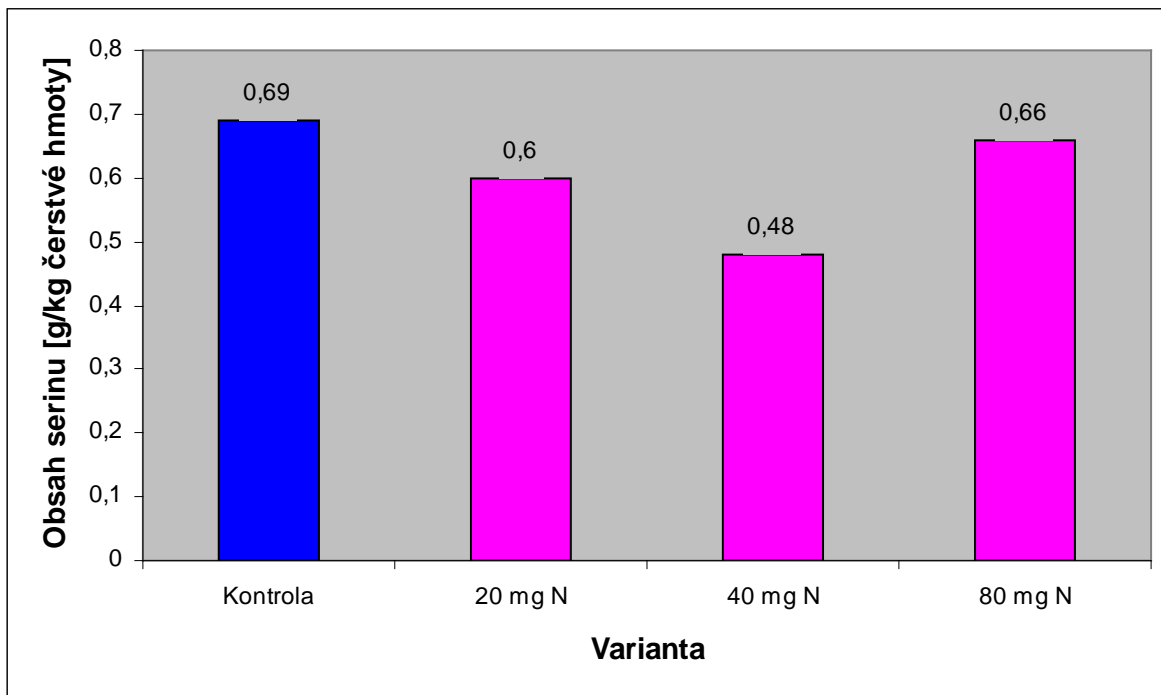


Graf P. XVIII. Průměrný obsah kyseliny glutamové v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

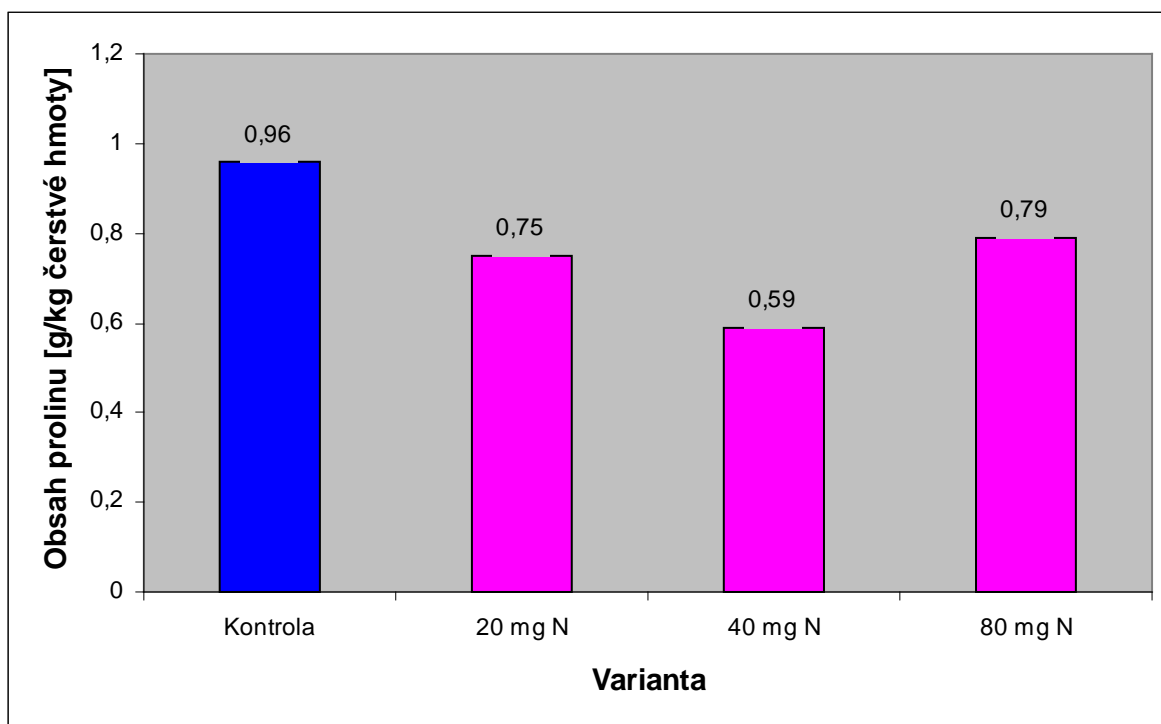


PŘÍLOHA P XV:

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

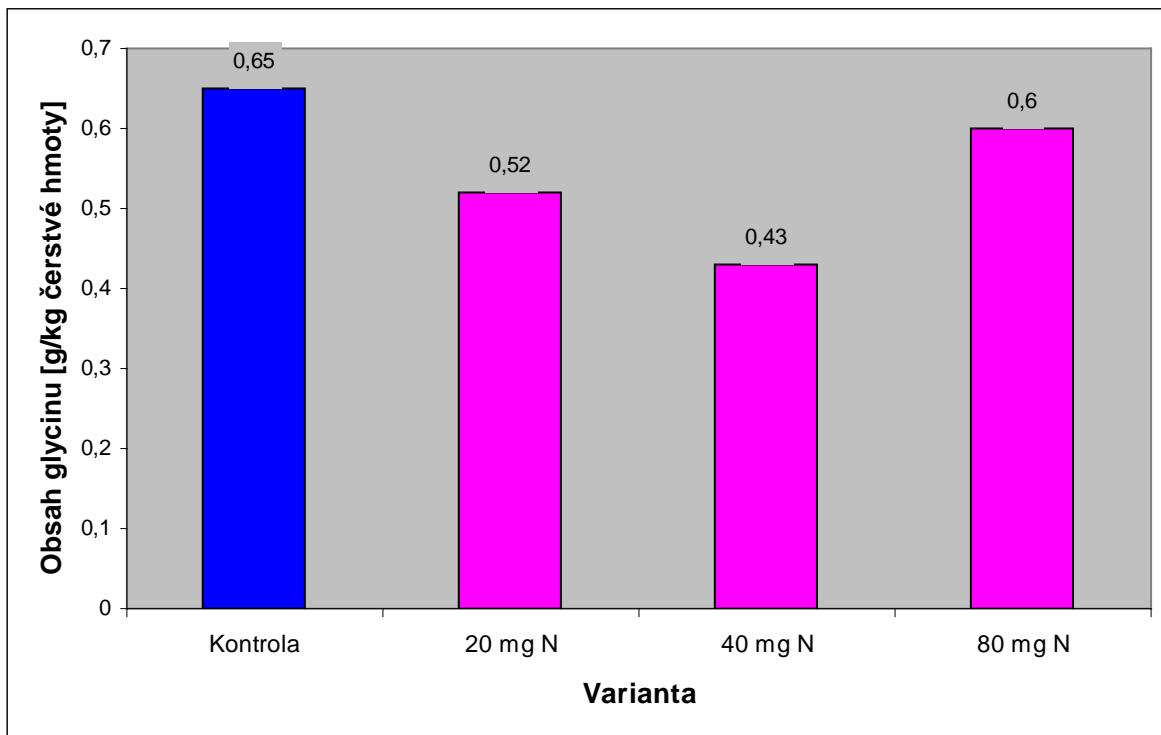


Graf P. XX. Průměrný obsah prolinu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

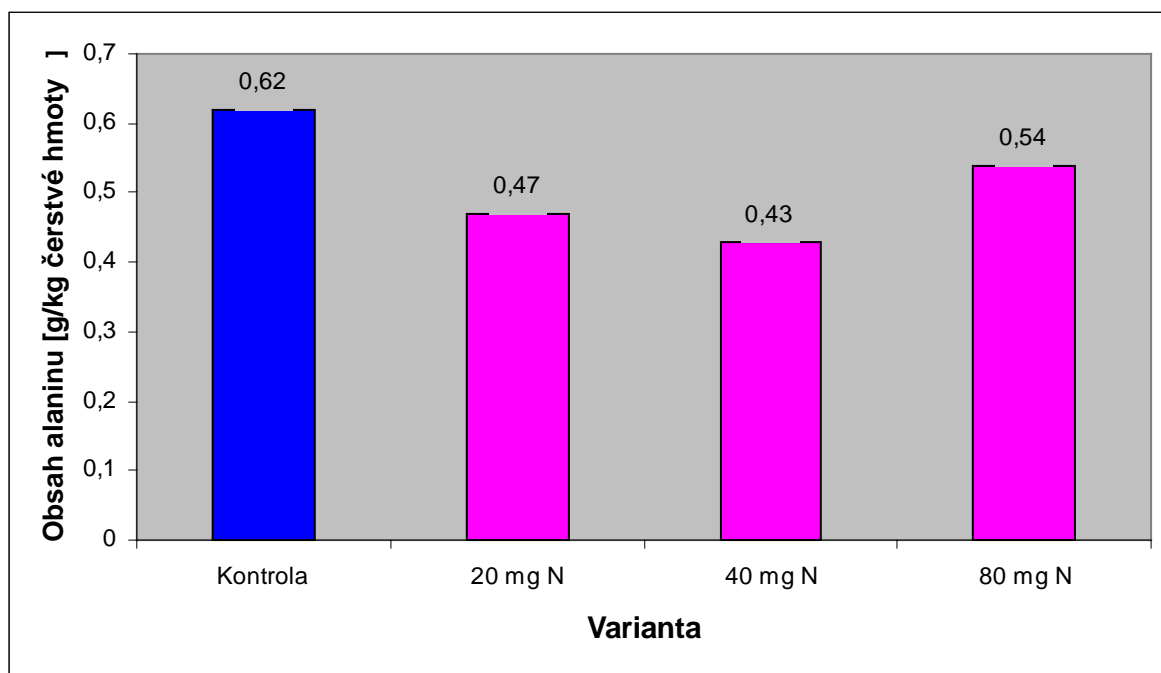


PŘÍLOHA P XVI:

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

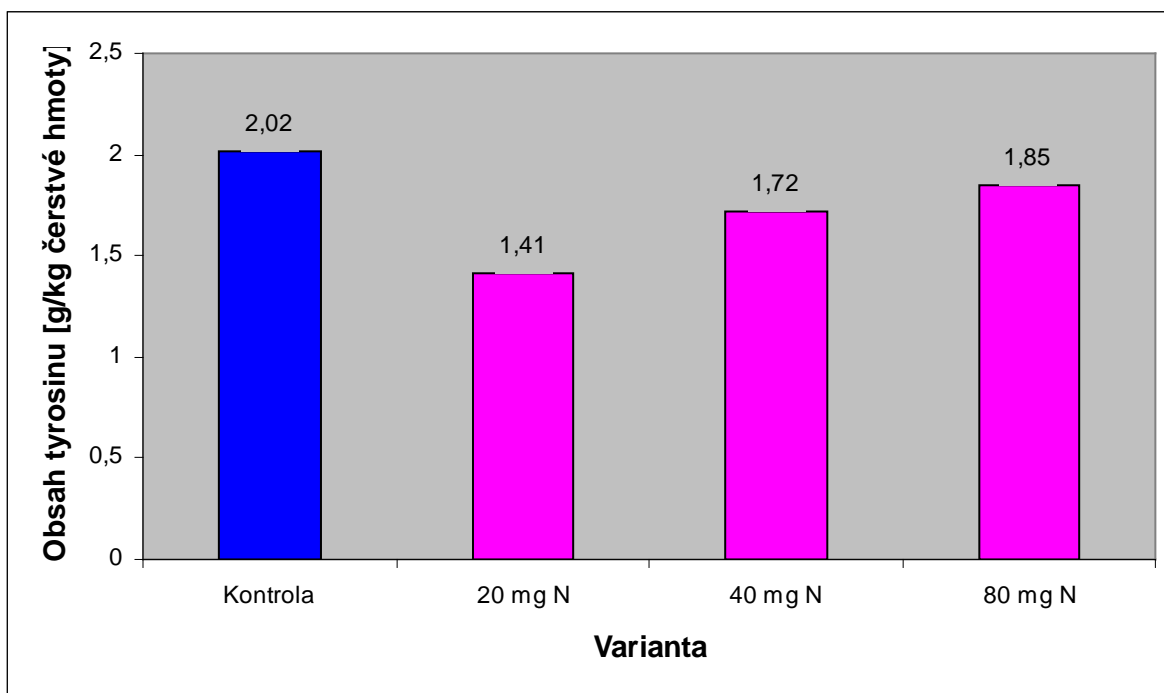


Graf P. XXII. Průměrný obsah alaninu v hlízách z kontrolní varianty a v hlízách z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (v g.kg^{-1} čerstvé hmoty)

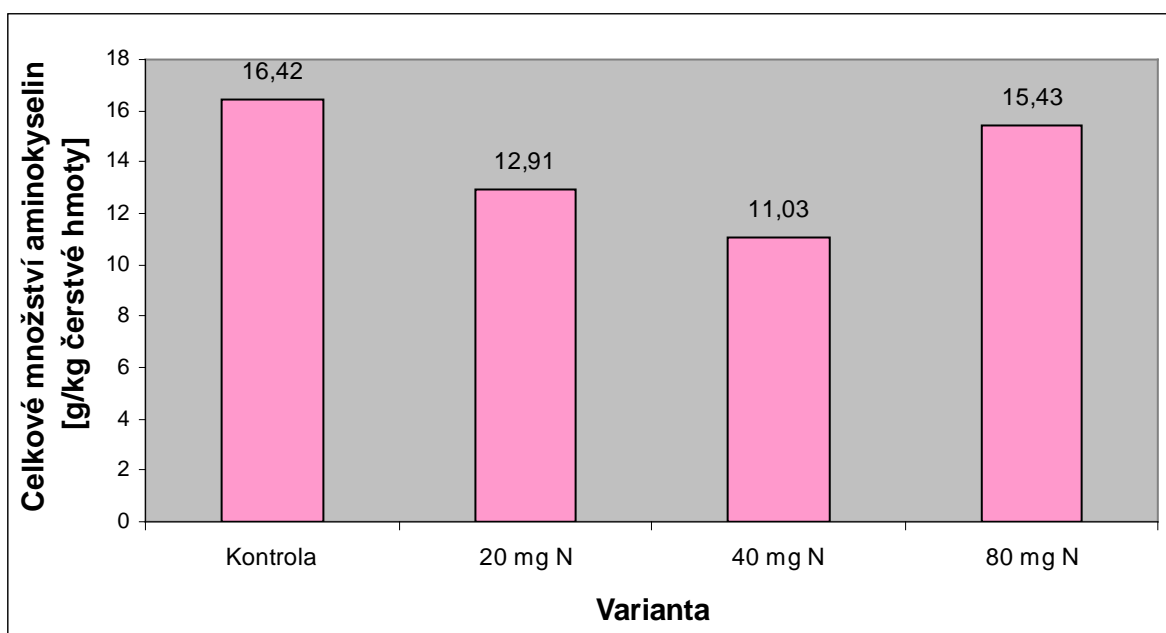


PŘÍLOHA P XVII:

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



Graf P. XXIV. Průměrné celkové množství aminokyselin v bramborových hlízách z kontrolní varianty a z variant, kde bylo použito přídatku dusíku do půdy (g.kg⁻¹ čerstvé hmoty)



PŘÍLOHA P XVIII:

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

Aminokyselina	Obsah v kontrolní variantě	Obsah u varianty s 20 mg N.kg ⁻¹ zeminy	Obsah u varianty s 40 mg N. kg ⁻¹ zeminy	Obsah u varianty s 80 mg N. kg ⁻¹ zeminy
Valin	4,63	3,54	3,28	4,19
Leucin	5,80	4,56	4,23	5,28
Isoleucin	3,43	2,74	2,64	3,21
Threonin	3,81	2,97	2,65	3,36
Methionin	1,82	1,61	1,55	1,56
Lysin	5,52	4,21	3,90	4,89
Fenylalanin	3,99	3,19	3,00	3,72
Histidin	1,82	1,06	1,47	1,63
Arginin	5,84	3,81	3,37	4,90
Cystein	2,06	1,69	1,48	1,94
Kyselina asparagová	12,25	9,59	7,83	12,91
Kyselina glutamová	12,04	8,69	8,27	10,00
Serin	3,75	3,12	2,87	3,55
Prolin	5,31	3,9	3,49	4,47
Glycin	3,54	2,72	2,56	3,12
Alanin	3,47	2,45	2,54	2,75
Tyrosin	11,07	7,36	10,20	10,01
Celkové množství aminokyselin	90,15	67,21	65,33	81,49

PŘÍLOHA P XIX:

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

Varianta	Obsah dusíku [% sušiny]	
	Průměrný obsah	Sd
KONTROLA	1,08	0,04
20 mg N	1,14	0,02
40 mg N	1,22	0,02
80 mg N	1,27	0,02