

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Vliv dávky a způsobu aplikace základního dusíkatého
hnojení na výnosové prvky brambor**

Bakalářská práce

Jiří Holejšovský

Rostlinná produkce ABR

Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv dávky a způsobu aplikace základního dusíkatého hnojení na výnosové prvky brambor" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9. 4. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval za odborné konzultace, konstruktivní kritiku a cenné rady při psaní bakalářské práce prof. Ing. Karlovi Hamouzovi, CSc. a Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat svému otci Jiřímu Holejšovskému za pomoc při realizaci polního pokusu.

Vliv dávky a způsobu aplikace základního dusíkatého hnojení na výnosové prvky brambor

Souhrn

Práce se věnuje sledování vlivu dávky a způsobu aplikace základního dusíkatého hnojení na výnosotvorné prvky a výnos brambor. Problematika byla řešena formou maloparcelního polního pokusu v bramborářské výrobní oblasti. Pokus jsem realizoval na našem rodinném statku v obci Chmelná v roce 2018. Od založení porostu a v průběhu celé vegetace byl průběžně sledován stav porostu, který byl ošetřován v režimu integrované ochrany rostlin. Po ukončení vegetace jsem z každé pokusné parcely ručně odebral 10 trsů, které jsem následně blíže analyzoval. U každé parcely jsem provedl zvážení hlíz z 10 trsů, spočetl hlízy z 10 trsů, roztrídil hlízy dle velikosti a určil, zda se jedná o konzumní hlízy. Na základě těchto údajů jsem získal výnosové prvky a vypočítal výnos.

V pokusu byly sledovány varianty s 0 kg N.ha⁻¹ (kontrola), 70 kg N.ha⁻¹ s plošnou aplikací, 70 kg N.ha⁻¹ s lokální aplikací, 130 kg N.ha⁻¹ s plošnou aplikací a 130 kg N.ha⁻¹ s lokální aplikací hnojiva. Všechny varianty byly pěstovány pomocí technologie záhonového odkameňování. K pokusu jsem použil poloranou odrůdu Antonia. Výnos se pohyboval od 32,5 do 49,8 t.ha⁻¹. Nejnižší výnos měla nehnojená kontrola. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta 130 kg N.ha⁻¹ s lokální aplikací. Při stejné úrovni hnojení (70 nebo 130 kg N.ha⁻¹) bylo dosaženo lepších výsledků u variant s lokální aplikací hnojiva. Lokální aplikace zajistila zvýšení výnosu při stejné úrovni hnojení o 16 a 20 %. Výsledky pokusu je nutné brát orientačně, protože jsou pouze z jednoletého pokusu. Navíc byl pokus ovlivněn extrémním průběhem počasí v roce 2018.

Podle mého názoru najde lokální aplikace hnojiv uplatnění především v bramborářské výrobní oblasti, kde jsou většinou lehké písčité promyvné půdy. Na těchto půdách je vyšší riziko vyplavení nitrátů do spodních vod a tato cílená aplikace hnojiva eliminuje vyplavování nitrátů. Za určitých povětrnostních podmínek tato technologie zvýší výnos a kvalitu hlíz. Další výhodou této aplikace je dodání živin do blízkosti kořenového vlášení, které jsou tak lépe dostupné rostlinám. Tato technologie přináší i ekonomický efekt, protože můžeme snížit dávku základního hnojiva při zachování stejné úrovně výnosu.

Klíčová slova: brambory, dusíkaté hnojení, způsob aplikace, dávky, výnosové prvky

Influence of dose and method of application of basic nitrogen fertilization on potato yield elements

Summary

The Bachelor thesis deals with the monitoring of the influence of dose and the method of application of basic nitrogen fertilization on yielding elements and the yield of potatoes. The issue was solved in the form of a small-field experiment in the potato production area. The experiment was carried out on our family farm in the village Chmelná in 2018. The vegetation was continuously monitored from the foundation of the vegetation and during the condition of the vegetation that was treated in the integrated plant protection regime. After the end of vegetation I took 10 tufts from each parcel by hand, which I analyzed further. For each parcel, I weighed the tubers from 10 clusters, I counted the tubers of 10 clusters and I sorted the tubers by size. I have earned the yield elements and calculated the yield based on this data.

In the experiment were monitored variants with 0 kg N.ha⁻¹ (control), 70 kg N.ha⁻¹ with area application, 70 kg N.ha⁻¹ with local application, 130 kg N.ha⁻¹ with area application and 130 kg N.ha⁻¹ with local fertilizer application. All varieties were grown using bed stone technology. I used semi-early variety Antonia in the experiment. The yield ranged from 32,5 to 49,8 t. ha⁻¹. The lowest yield was control without basic fertilizer. The highest yield was 130 kg N.ha⁻¹ with local application. At the same level of fertilization (70 or 130 kg N.ha⁻¹), better results were achieved with variants with local fertilizer application. Local application has increased yield at the same level of fertilization by 16 and 20 %. The results of the experiment must be taken only at a rough guess, because results are only from an one-year experiment. Moreover, the experiment was influenced by the extreme weather conditions in 2018.

In my opinion the local application of fertilizers finds application primarily in the potato production area where are sandy soils. These soils have a higher risk of nitrate flooding into groundwater and this targeted fertilizer application eliminates nitrate flooding. This technology under certain weather conditions will increase the yield and quality of the tubers. Another advantage of this application is the delivery of nutrients close to the root hairs, which are thus better available to the potato. This technology also has an economic effect because we can reduce the basic fertilizer dose while maintaining the same level of yield.

Keywords: potato, nitrogen fertilization, method of application, dose, yield elements

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce.....	12
3	Literární rešerše.....	13
3.1	Základy pěstování brambor	13
3.2	Výnosotvorné prvky u brambor	13
3.3	Rozdělení živin.....	14
3.4	Fyziologie příjmu živin	14
3.4.1	Fyziologický příjem živin kořeny rostlin.....	14
3.4.2	Mimokořenová výživa	15
3.5	Význam hlavních živin pro rostliny.....	15
3.5.1	Dusík.....	15
3.5.2	Draslík.....	16
3.5.3	Fosfor	16
3.5.4	Vápník.....	17
3.5.5	Hořčík	17
3.6	Požadavky brambor na živiny	17
3.7	Výživa a hnojení brambor	18
3.7.1	Organická (statková) hnojiva.....	18
3.7.1.1	Chlévský hnůj.....	18
3.7.1.2	Zaorávka slámy	19
3.7.1.3	Zelené hnojení.....	19
3.7.2	Minerální hnojiva.....	20
3.8	Hnojení brambor jednotlivými živinami	20
3.8.1	Hnojení dusíkem	20
3.8.2	Vliv hnojení dusíku na výnos	21
3.8.3	Hnojení draslíkem.....	22
3.8.4	Hnojení fosforem	23
3.8.5	Hnojení vápníkem.....	23
3.8.6	Hnojení hořčíkem	24
3.9	Aplikace průmyslových hnojiv.....	24
3.9.1	Aplikace minerálních dusíkatých hnojiv	24
3.9.2	Plošná aplikace	25
3.9.3	Lokální aplikace.....	25
3.9.4	Lokální aplikace pevných minerálních hnojiv	25
3.9.5	Výhody lokálního hnojení a vliv na výnos hlíz	26
4	Materiál a metody	27
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště	27

4.1.1	Popis půdních podmínek.....	27
4.2	Popis použité odrůdy.....	27
4.2.1	Antonia.....	27
4.3	Charakteristika použitých hnojiv.....	28
4.3.1	Zelené hnojení.....	28
4.3.2	Chlévský hnůj	28
4.3.3	NPK	28
4.4	Technologie založení pokusu.....	28
4.4.1	Rozbor odebraných vzorků.....	29
4.4.2	Základní informace o pokusu	29
4.4.3	Varianty	30
4.4.4	Schéma rozmístění jednotlivých variant.....	30
4.5	Agrotechnické zásahy	30
4.6	Meteorologické podmínky roku 2018.....	31
5	Výsledky.....	33
6	Diskuze.....	40
7	Závěr	42
8	Literatura.....	43
9	Seznam příloh.....	I

1 Úvod

Brambory jsou v České republice pěstovány s dlouholetou tradicí. V osevním postupu je považujeme za zlepšující plodinu, která zvyšuje výnosnost celého osevního postupu. Využíváme je pro přímý konzum, výrobu potravinářských výrobků, výrobu škrobu, nebo v omezené míře ke krmení zvířat. Pěstují se na výměřě okolo 30 000 ha s průměrným výnosem 20 – 30 t.ha⁻¹.

Brambory mají vysokou nutriční hodnotu. Obsahují velké množství polysacharidů, které slouží jako zdroj energie, mají vysoký obsah velmi hodnotných bílkovin rostlinného původu. Dále obsahují v poměrně hojné míře vitamíny, minerální látky a antioxidantní látky.

Nejnáročnější na pěstování, co se týká kvality, jsou brambory konzumní. Klíčové pro zajištění co nejlepší sklizně je výběr vhodné odrůdy, volba správné agrotechnika a především zajištění vyvážené výživy. Rostlina bramboru přijímá živiny v podstatě po celou dobu vegetace.

Brambory bychom měli standartně hnojit organickými hnojivy, nejlépe chlévským hnojem, kompostem, nebo kejdou. Před pěstováním je vhodné zařadit meziplodinu, pokud pěstujeme brambory po plodině, která má dostatečně dlouhou mezivegetační dobu. Při hnojení minerálními hnojivy je důležité dodat dostatečné množství živin pro zajištění požadovaného výnosu a také udržet, nebo ještě lépe zvýšit půdní úrodnost stanoviště, na kterém brambory pěstujeme. Dusík se řadí mezi nejdůležitější živiny, který ovlivňuje výši výnosu a kvalitu hlíz. Se zvyšující se dávkou dusíkatého hnojení klesá jeho účinnost a využití. Navíc může docházet k vyplavování a nežádoucí kontaminaci spodních vod. Abychom tento negativní důsledek dusíkatého hnojení omezili, snažíme se využívat lokální aplikaci hnojiv. Hlavní výhodou této aplikace je snížení rizika vyplavení nitrátů do spodních vod a zvýšení využitelnosti dodaných živin rostlinami.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo na základě odborné literatury a polního pokusu, který proběhl na naší rodinné farmě, zhodnotit vliv hnojení dusíkatými hnojivy na výnos, strukturu výnosu a výnosové prvky brambor. V pokusu byly využity konkrétně dávky dusíkatého hnojení $70 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, $130 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ a nehnojená kontrola. Hnojivo se aplikovalo plošně, nebo lokálně podle konkrétní varianty.

3 Literární rešerše

Cílem této kapitoly bylo zpracovat literární rešerši o problematice výživy a hnojení brambor, o vlivu dávek dusíkatého hnojení a způsobu aplikace hnojiva na výnos brambor a jeho strukturu. Dále jsou popsány také poznatky související s touto problematikou – výnosotvorných prvků brambor, obecných zásadách výživy rostlin, zásady hnojení brambor a především používání dusíkatých hnojiv a způsoby jejich aplikace.

3.1 Základy pěstování brambor

V České republice jsou dvě nejvýznamnější oblasti pěstování brambor. Jedna z nich je oblast Polabské nížiny a jižní Moravy. Druhá se rozkládá především na Českomoravské vrchovině, v nadmořské výšce cca 400 – 600 m n. m. (Vokál et al. 2003). Štefánek (1999) uvádí, že typicky bramborářské jsou všechny lehčí až středně těžké půdy s dobře propustnou spodinou, slabě kyselou půdní reakcí pH 5,5 – 6,5, s dobrou úrovní staré půdní síly a hloubkou ornice minimálně 15 cm. Vokál et al. (2004) zmiňuje, že ani při poklesu pH pod 4,8 nedochází ke snížení výnosu hlíz, protože brambory velmi dobře snášejí kyselou půdní reakci. V osevním postupu lze zařazovat brambory v rozsahu 25 % na pozemcích vhodných k pěstování této plodiny (Rybáček et al. 1988). Vokál et al. (2003) konstatuje, že důležitý faktor při pěstování brambor je volba stanoviště. Sklonitost by neměla přesáhnout 8 °. Půda by měla obsahovat alespoň 2 % humusu. Nároky na vláhu závisí na odrůdě, fázi růstu, výživě a teplotě. Nejcitlivější jsou brambory na nedostatek vody od fáze tvorby pupat do fáze počátku fyziologické zralosti. Růst hlíz probíhá nejlépe, pokud je teplota půdy 17 °C a ovzduší 25 °C, pokud teplota vzduchu překročí 30 °C, růst se zastaví (Štefánek, 1999).

3.2 Výnosotvorné prvky u brambor

Mezi výnosotvorné prvky brambor se řadí počet rostlin na jednotce plochy, počet hlíz na rostlině a hmotnost hlízy (Petr et al. 1980). Vaněk et al. (2016) uvádí, že výnos brambor závisí na počtu trsů na jednotce plochy, počtu hlíz pod trsem a na hmotnosti hlízy.

Počet rostlin na 1 ha je důležité volit podle užitkového směru pěstování brambor. Obecně lze tvrdit, že u porostů určených pro výrobu sadby volíme vyšší počet jedinců na 1 ha (tj. spon 0,75 x 0,20 – 0,23 m). U porostů, které využijeme pro konzumní účely, zpracovatelský průmysl a na škrob volíme nižší počet jedinců (tj. spon 0,75 x 0,25 – 0,30 m); (Vaněk et al. 2004). Hustota porostu se pohybuje v rozmezí 45 000 – 60 000 rostlin.ha⁻¹, a to

od raných konzumních brambor až po sadbové porosty, 53 000 – 55 000 rostlin.ha⁻¹ u pozdních konzumních brambor (Štefánek, 1999).

Počet hlíz na rostlině je podstatný ukazatel pro hospodářský výnos, závisí na genetickém založení odrůdy a průběhu počasí v období nasazování hlíz. Můžeme ho ovlivnit také agrotechnickými zásahy. V hustších porostech (66 000– 68 000 rostlin/ha) hlízy nasazují dříve a dosahují konečného počtu, ale počet hlíz je nižší než v porostech o hustotě 33 000 – 44 000 rostlin na ha (Petr et al. 1980).

Hmotnost hlíz se vytváří jejich růstem od nasazení, jehož doba je důležitá pro úroveň výnosu. Ranější nasazení hlíz podporuje biologická příprava sadby a rané sázení (Zrůst et al. 1999). Také tento ukazatel můžeme částečně ovlivnit hnojením, dále tento ukazatel ovlivňuje rozložení srážek a výrazně tak působí na jejich velikost (Vaněk et al. 2016). Dále tento ukazatel ovlivňuje hospodářský výnos brambor. Je úzce spjat s listovou plochou, která je ovlivněna hustotou porostu. Pozdní sázení omezuje dobu růstu hlíz o 9 – 16 dní a zároveň se snižuje i hmotnost hlízy (Petr et al. 1980).

3.3 Rozdělení živin

Mezi rostlinné živiny řadíme látky, které rostlina získává z prostředí a zároveň je potřebuje ke svým životním projevům. Charakteristické pro tyto živiny je jejich nezbytnost, nezastupitelnost a přímá účast v metabolismu rostliny. Rozdělit je můžeme podle obsahu v rostlině na makroprvky, mikroprvky a užitečné prvky (Vaněk et al. 2016). Makroprvky lze rozdělit na základní prvky organické hmoty a na minerální živiny. Do první skupiny řadíme uhlík, kyslík a vodík, rostlina je získává z půdního roztoku a vzduchu. Do druhé skupiny spadá dusík, fosfor, draslík, vápník a hořčík. Nejčastěji rostliny tyto živiny získávají z půdy, proto tam, kde nestačí půdní zásoba, musíme jednotlivé živiny do půdy doplnit v podobě hnojení. Do skupiny mikroprvků patří mangan, měď, molybden, železo, zinek a bór. Vyznačují se velkou účinností a rostliny je obsahují v malých množstvích. Hnojíme je pouze na chudých půdách, kde chybí určitý mikroelement. Sodík, křemík a kobalt jsou užitečné prvky (Baier & Baierová, 1985).

3.4 Fyziologie příjmu živin

3.4.1 Fyziologický příjem živin kořeny rostlin

Hlavním místem pro vstup minerálních látek a vody jsou kořeny rostliny. Rostliny přijímají živiny ve formě iontů minerálních sloučenin. Rozvinuté kořeny jsou základním

předpokladem dobrého příjmu živin. Nejvíce se na příjmu podílí zóna kořenového vlášení, která má velkou sorpční plochu a zároveň několik set krát zvětšuje povrch kořene (Havelka et al. 1980). Procházka et al. (1998) publikují, že přijímání minerálních živin rostlinou z půdního roztoku probíhá především proti koncentračnímu spádu. Vokál et al. (2016), uvádí informace, které popisují vlastní příjem živin jako vstup kationtů a aniontů do vnitřního prostoru buněk kořene jako aktivní a pasivní proces. Rostliny přijímají živiny především rozpuštěné ve vodě, ale i ve formě plynů (CO_2 , O_2 , SO_2), nebo také ve formě chelátových komplexů (Baier, 1982). Přijatými živinami rozumíme množství živin, které rostliny přijmuly a uložily ve svém těle, v nadzemní i podzemní hmotě (Baier et al. 1988).

3.4.2 Mimokořenová výživa

K okamžitému odstranění nedostatku živin v rostlině slouží listová hnojiva. Je ale důležité uvědomit si, že mimokořenová výživa nemůže nahradit příjem živin kořeny, protože se její pomocí dodá do porostu pouze malé množství živin (dusík kg/ha, ostatní živiny g/ha). Při tomto způsobu úhrady živin přijímají rostliny minerální i organické látky, které se aplikují ve formě vodných roztoků na nadzemní části rostlin (Škarpa et al. 2015). Richter & Hřivna (2008) publikovali informaci, že využitelnost živin ovlivňuje řada podmínek. Vždy musíme brát v úvahu, že použitý roztok neulpí jen na listu, ale pokaždé se nějaká jeho část dostane na povrch půdy. Při vhodné půdní a vzdušné vlhkosti mohou být tyto živiny přijaté pomocí kořenů a i tím se zlepší výživný stav rostlin. Dusík přihnojujeme především vodným roztokem močoviny v maximální koncentraci 9 %, hořčík aplikujeme rozpuštěnou hořkou solí v maximální koncentraci 5 %, vhodné je aplikaci spojit s ošetřením proti plísni bramboru (Vokál et al. 2013).

3.5 Význam hlavních živin pro rostliny

3.5.1 Dusík

Dusík se řadí mezi nejvýznamnější živiny všech živých organismů, včetně rostlin. Nachází se hlavně v aminokyselinách. Rostliny ho přijímají ve formě iontů, a to ve dvou formách, kationtu amonného NH_4^+ , nebo aniontu nitrátového NO_3^- . O přijímání obou iontů rozhodují hlavně vnější podmínky, ale i sama rostlina. Výrazný vliv má teplota a pH prostředí, při nižší teplotě se snižuje přijímání a využívání NO_3^- (Vaněk et al. 2016). Richter & Hlušek (1996) publikovali informaci, že při nedostatku této živiny jsou rostliny malé, listy

žloutnou od nižších pater, výnos je rapidně snížen a je ovlivněna i kvalita produktu. Nadbytek dusíku je méně častý a jeho působení je ovlivněno druhem a růstovou fází rostliny (Vaněk et al. 2016). Příjem dusíku byl podstatně zvýšen aplikací dusíkatých hnojiv. Při vysokých dávkách dusíkatých hnojiv může dojít k přerůstání rostlin (Millard & Marshall, 1986).

Dusík je živina, která se nejvíce podílí na výnosu, kvalitě hlíz a chuťových vlastnostech brambor. Se zvyšující se aplikační dávkou může nejen stagnovat účinnost, snižovat výnos sušiny a také obsah škrobu (Smatanová, 2016.) Errebhi et al. (1998) uvádí, že nedostatek dusíku může omezit výnos, zatímco při nadměrném používání může dusík unikat do podzemní vody.

3.5.2 Draslík

Ve výživě rostlin řadíme draslík mezi makrobiogenní prvek a rostliny ho přijímají z půdy ve formě draselného kationtu K^+ . Podílí se v biochemickém provozu rostliny jako aktivátor enzymů, na transportu sacharidů, nebo jako regulátor svěracích buněk průduchů, takže ovlivňuje vodní režim rostliny (Janecký, 2017). Kunzová (2010) uvádí, že tato živina patří mezi nejdůležitější stavební živiny, která ovlivňuje výnos i kvalitu produktu. Cinek (2018) publikoval, že se v rostlině velmi dobře přesunuje ze starých částí do mladých a jeho obsah je vysoký (srovnatelný s dusíkem). Draslík ovlivňuje v mladých nadzemních částech rostlin přeměnu cukrů na bílkoviny a v hlízách syntézu škrobu. Jeho účinek na metabolismus se proto liší v závislosti na orgánu rostlin a fyziologickém věku rostliny (Haeder et al. 1973).

3.5.3 Fosfor

Vaněk et al. (2016) uvádí, že rostliny přijímají fosfor ve formě iontů kyseliny trihydrogenfosforečné, hlavně ve formě $H_2PO_4^+$ a HPO_4^{2-} . V půdním roztoku je fosforu velmi málo a rostliny jsou ho schopny přijímat i při velmi malé koncentraci. Rubin (1964) publikoval, že rostliny mohou využít nejen minerální fosfor, ale také některé organické sloučeniny fosforu. Procházka et al. (1998) tvrdí, že je součástí důležitých sloučenin a také součástí systémů zabezpečujících přenos signálů mezi buňkami. Sloučeniny fosforu se zabývají procesy dýchání, účinným fungováním rostliny a využitím dusíku. Tento vztah s dusíkem pravděpodobně odpovídá skutečnosti, že několik příznaků nedostatku fosforu je podobný nedostatku dusíku (Wallace, 1951).

3.5.4 Vápník

Vápník rostliny přijímají v iontové formě. Protože vápník nemá v rostlinách specifické funkce, je hladina fyziologicky aktivního vápníku relativně nízká. Rostliny potřebují vápník hlavně pro vyrovnání pH, pro tvorbu fytinu, pro stabilizaci pektinu v buněčných stěnách a regulaci příjmu iontů (Baier et al. 1988). Kolařík & Prudík (1952) uvádí, že je vápník nezbytnou živinou a jeho funkce je označována za mnohoznačnou, například neutralizuje přebytké organické kyseliny, urychluje energetickou látkovou výměnu, ale v nadbytku snižuje pohyblivost asimilátů v rostlině.

3.5.5 Hořčík

Rostliny přijímají hořčík ve formě Mg^{2+} , příjem je značně ovlivněn koncentrací jednotlivých iontů v půdním roztoku. Rostliny ho přijímají rovnoměrně v průběhu vegetace a vrcholí těsně před zralostí a sklizní. V dynamice jeho příjmu není takový rozdíl, jako je to například dusíku, nebo draslíku (Vaněk et al. 2016). Je významný především při tvorbě chlorofylu, kde tvoří centrální atom jeho struktury. Hořčík ovlivňuje specifické metabolické procesy, mezi které se řadí například ukládání asimilátů, syntéza bílkovin, transport látek. Typickým projevem nedostatku hořčíku je chloróza, to je ale až třetím příznakem (po inhibici transportu látek a zpomalení růstu kořenů), který u rostlin prozrazuje nedostatek hořčíku (Černý et al. 2012).

3.6 Požadavky brambor na živiny

Brambory jsou plodina, která je náročná na živiny. Jeden ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu je zajištění optimálního množství živin. Přijímání a využívání živin z půdního roztoku je složitý proces fungující na základě vzájemně se ovlivňujících mnoha vnějších a vnitřních faktorů (Kasal et al. 2010). Příjem a využití živin je spleť procesů, který funguje na základě společně působících, nebo protichůdně působících faktorů (Vokál et al. 2004). Dále Vokál et al. (2013) uvádí, že mnoho těchto faktorů nelze upravovat dle potřeb pěstitele, mezi ně zařazuje světlo, teplo, nadmořskou výšku, expozici, nebo sklon pozemku. Ovlivňovat lze pouze prostorové uspořádání rostlin na pozemku, nebo orientaci řádků. Důležité je také respektování půdních podmínek, které lze upravit a zajistit dostatečné množství živin. Genetický potenciál pěstovaných odrůd může být využitý, pouze pokud jsou předchozí činitelé v dobrém stavu. Rybáček et al. (1988) uvádí, že hnojení působí především

na průměrnou hmotnost hlíz, méně ovlivňuje počet stonků, počet a velikost hlíz jednoho trsu, dále zmiňuje, že hnojením ovlivníme nejen hektarový výnos, ale i výrobnost celého osevního postupu.

U brambor se odběr minerálních živin pohybuje od 2,28 – 3,57 kg N, 0,04 – 0,12 kg P a 3,7 – 5,41 kg K na 1 tunu čerstvých hlíz (Gopal & Khurana 2006). Dle Klíra et al. (2008) potřebuje rostlina bramboru na 1 tunu hlíz 3,5 kg N, 0,5 kg P a 4,5 kg K. Dále autor uvádí, že na 1 tunu natě je potřeba zajistit pro rostlinu 2,8 kg N, 0,2 kg P a 4,0 kg K. Kasal et al. (2010) tvrdí, že průměrné hodnoty odběru živin na 10 t hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou 40 – 50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 22 kg Ca a 8,4 kg Mg.

3.7 Výživa a hnojení brambor

3.7.1 Organická (statková) hnojiva

Organická hnojiva jsou obvykle vyráběné přímo v zemědělském podniku. Obsah živin a složení látek často odpovídá živinnému režimu půd určité oblasti, druhu zvířat, krmení a způsobu ošetřování. Vyznačují se poměrně velkou hnojivou hodnotou a obsahují velké množství živin krmiva a steliva (Vaněk et al. 2016). Baier & Baierová (1985) dodávají, že jsou nejen zdrojem živin, ale především dodavatelem humusotvorných látek. Koncentrace živin je nízká a aplikují se ve velkých množstvích na jednotku plochy (tuny až desítky tun na hektar). Brambory velmi dobře reagují na používání statkových a minerálních hnojiv, plodina využívá z organických hnojiv nejen dusík, fosfor a draslík, které obsahují, ale organické hnojivo má také pozitivní vliv vláhové poměry v půdě (Beukema & Zaag, 1990).

3.7.1.1 Chlévský hnůj

Vokál et al. (2016) charakterizuje chlévský hnůj jako směs výkalů, steliva, zbytků krmiva, který vzniká po zrání na hnojišti z chlévské mrvy. Hnůj na hnojišti prochází řadou chemických a biologických pochodů, při kterých se živiny stávají snadno rozložitelné a organické látky se mění v živný a trvalý humus (Kolařík & Prudík, 1952). Průměrně obsahuje hovězí hnůj 0,48 % N, 0,11 % P, 0,52 % K, 0,37 % Ca a Mg 0,08 % (Vaněk et al. 2016). Hnůj se aplikuje v dávce 30 – 40 t.ha⁻¹ a zapravuje se v období sklizně obilovin do konce října. Platí zásada, že čím je půda lehčí, tím ořeme později (Štefánek, 1999). Interval by neměl být větší než 3 roky, má-li být optimálně využit, je důležité, aby byl rovnoměrně rozmeten a

ihned zapraven orbou do půdy, jinak dojde k ztrátám na hnojivových hodnotách a dusíku (Richter & Římovský, 1996).

Štefánek (1999) se domnívá, že hnůj je společně s kompostem nejvhodnější organické hnojivo. Houba (2003) dodává, že brambory potřebují dostatek organických látek v půdě dodaných buď cestou klasického chlévského hnoje, nebo kompostem anebo intenzivním zeleným hnojením.

3.7.1.2 Zaorávka slámy

Sláma je podstatný zdroj organických látek, a proto je vhodné zapojit ji do koloběhu látek a živin. Využívá se hlavně v podnicích bez produkce jiných stájových hnojiv, v osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin, nebo na vzdálených pozemcích (Vaněk et al. 2016). Rybáček et al. (1988) dodává, že je důležité upravit poměr N:C na 1 : 30 přidáním 5 – 14 kg N. Baier & Baierová (1985) píše, že pokud zaorávku nekombinujeme s kejdou, močůvkou nebo zeleným hnojením, je nutné doplnit N průmyslovým hnojivem, tzv. „vyrovnávací dávkou“, která je 1 kg N na 100 kg slámy. Vaněk et al. (2016) doporučuje aplikovat 4 – 6 kg N na 1 tunu slámy, radí využívat především ostatní tekutá organická hnojiva. Pokud nejsou k dispozici tekutá organická hnojiva, doporučuje Vaněk et al. (2016) využít minerální hnojiva s amonnou nebo amidovou formou, nejlepší k použití se zde jeví jako močovina v dávce 50 – 80 kg ha⁻¹ aplikovaná rozstříkem.

3.7.1.3 Zelené hnojení

Vaněk et al. (1998) popisuje, že zeleným hnojením rozumíme způsob organického hnojení, při němž se do půdy zapravuje vyprodukovaná hmota rostlin, která byly k tomuto účelu vypěstovány. Zatím je to málo využívaný způsob dodání organické hmoty do půdy, ale postupně nabývá na významu (Vokál et al. 2004). Vokál et al. (2013) dále uvádí, že z hlediska výnosu brambor nelze hnojení hnojem zeleným hnojem zcela nahradit. Úspěch pěstování zeleného hnojení do určité míry ovlivňují srážky a jejich rozložení během vegetace, většina strniskových meziplodin potřebuje v tomto období 160 – 180 mm srážek (Baier & Baierová, 1985). Štefánek (1999) vidí jako vhodné meziplodiny na zelené hnojení hořčici bílou, svazenku, řepku, bob, vikev, nebo pelušku. Richter & Římovský (1996) uvádí, že při využití bobovitých rostlin je půda obohacována o dusík (40 – 80 kg N.ha⁻¹). Brambory, které jsou pěstovány po bobovitých rostlinách, dosahovaly přibližně o 36 až 38% vyšších výnosů hlíz ve srovnání s bramborami pěstovanými po ozimé pšenici, když nebylo použito žádné dusíkaté hnojivo (Mehmet et al. 2008).

3.7.2 Minerální hnojiva

Minerální hnojiva charakterizujeme jako látky, které při dodání do půdy poskytují rostlinám látku nebo látky, které jsou nezbytné pro jejich fyziologické funkce a vývin (Richter & Hlušek, 1996). Vaněk et al. (2016) uvádí, že se minerální hnojiva vyznačují vyšším obsahem živin, obsahují jednu nebo více živin, jsou vyráběna z přírodních surovin (např. fosfáty, vápence, nebo draselné soli) a dusík se získává přímou syntézou amoniaku z dusíku a vodíku. Při používání minerálních hnojiv je hlavním cílem zajistit rostlinám bramboru optimální množství živin potřebné pro tvorbu výnosu a zároveň pro udržení nebo zvýšení půdní úrodnosti. Mají vyšší obsah živin při porovnání se statkovými hnojivy. Dávky minerálních hnojiv se určují podle obsahu živin v půdě, dávky organického hnojiva, užitkovém směru pěstování a délce vegetační doby pěstované odrůdy (Vaněk et al. 2013).

3.8 Hnojení brambor jednotlivými živinami

3.8.1 Hnojení dusíkem

Hnojení dusíkem je na rozdíl od ostatních živin vždy cíleno k rostlině. Na výnosu se sice významně podílí půdní dusík, ale přímé dusíkaté hnojení je významným faktorem stabilizující výnos a kvalitu produkce (Vaněk et al. 2016). Je jednou z nejdůležitějších živin nezbytnou pro růst a vývoj, jeho hnojení hraje důležitou roli v rovnováze mezi vegetativním a reprodukčním růstem brambor (Workineh et al. 2017). Dusík podporuje velikost hlíz, vysoký výnos, lojovitou konzistenci dužiny. Přehnojení dusíkem a jeho pozdní aplikace mají za následek prodloužení vegetace, nevyzrálост hlíz v době sklizně, což má za následek vyšší mechanické poškození hlíz a vede ke zhoršení skladovatelnosti. Dále může nadbytek dusíku zvyšovat náchylnost k plísni bramborové, zvyšuje obsah škodlivých dusičnanů a zároveň snižuje obsah sušiny a obsah škrobu, nehledě na ekonomické ztráty a ekologické důsledky při jeho snadném vyplavování z půdy (Hamouz, 1994). Při produkci brambor určuje dusík množství a strukturu výnosu, chemické složení a kvalitu hlíz. Na druhou stranu představuje zdroj znečištění životního prostředí dusičnany (Kołodziejczyk, 2014). Produktivita plodin závisí silně na dusíkatém hnojení. Výroba a aplikace dusíkatých hnojiv potřebuje velké množství energie a přebytek je škodlivý pro životní prostředí, proto má zásadní význam zvýšení využití dusíku rostlinami (Xu et al. 2012).

Dávka dusíku nejčastěji vychází z odběru dusíku na 1 tunu hlíz brambor a k tomu odpovídajícímu množství natě (4 – 5 kg N/1t), který se vynásobí požadovaným výnosem (Lošák, 2014). Trávník (2010) publikoval, že minerální hnojiva nejsou jediným zdrojem

dusíku pro rostliny, je tedy důležité základní dávku snížit o dusík dodaný organickým hnojením a předplodinou. Čím větší je množství minerálního dusíku v půdě, tím nižší je doporučená dávka základního dusíkatého hnojení (Neeteson 1990).

Podle formy dusíku, který se nachází v hnojivu, lze dusíkatá hnojiva rozdělit následovně – hnojiva s dusíkem nitrátovým (ledek vápenatý, Cansol S), hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním (síran amonný, kapalný amoniak), hnojiva s dusíkem amidovým (močovina, dusíkaté vápno, rybí a kožní moučky), hnojiva s dusíkem ve dvou a více formách (ledek amonný s vápencem, DAM 390) a hnojiva s dusíkem pomalu působícím, to jsou hnojiva a bázi močoviny s aldehydy (Richter & Hlušek, 1996). Baligar et al. (2007) publikovali, že celková využitelnost aplikovaných dusíkatých hnojiv je přibližně 50 %. Bélanger et al. (2001) uvádí na základě pokusu, že nedostatek dusíku snížil průměrnou hmotnost hlíz, tento negativní vliv nedostatku dusíku se projevil více na zavlažované než na nezavlažované variantě.

3.8.2 Vliv hnojení dusíku na výnos

Optimální aplikační dávka minerálních hnojiv vedoucí k výnosu hlíz nad 30 t ha⁻¹ byla 140 kg N.ha⁻¹, 63 kg P.ha⁻¹ a 186 kg K.ha⁻¹ (Šrek et al. 2010).

Zabihi et al. (2010) uvádí, že při dávce 160 kg.ha⁻¹ dusíku a hustotě 11 rostlin na m² bylo dosaženo největšího počtu hlíz a nejvyššího výnosu. Se zvyšující se dávkou dusíku stoupající až do 160 kg N.ha⁻¹ se zvyšoval jeho příjem hlízami, počet hlíz a průměrná hmotnost hlíz.

Dusíkaté hnojení způsobilo výrazné zvýšení tržních výnosů brambor. Nárůst ve výnosu u jednotlivých variant se pohyboval od 66 % do 140 %. Zřetelný účinek hnojení byl také viditelný, pokud jde o hodnoty složek výnosu. Zvýšil se počet hlavních stonků na 1 m², při úrovni hnojení 120 kg N.ha⁻¹, zatímco počet hlíz na 1 trs se zvýšil pouze při hnojení 60 kg N.ha⁻¹. Každá dávka dusíku aplikovaná v rozmezí do 180 kg N.ha⁻¹ způsobila výrazné zvýšení průměrné hmotnosti hlíz (Kołodziejczyk, 2014). Výnos brambor je ovlivněn interakcí mezi dávkou dusíku (N) a draslíku (K). Tato hypotéza byla ověřena v řadě terénních experimentů v letech 2010-2013 v Albánii, v České republice a v Polsku (Grzebis et al. 2017).

Tabulka č. 1: Doporučené dávky dusíku v minerálních hnojivech (podle Vokála, 2013)

Dávka hnoje (t/ha) nebo ekvivalentního množství statkového hnojiva	Délka vegetační doby zvolených odrůd	Dávka N (kg/ha)		
		množitelské porosty	brambory konzumní a pro potravinářské výrobky	brambory pro výrobu škrobu
Bez hnoje	velmi rané a rané	110	120	120
	polorané	90	110	110
	polopozdní a pozdní	70	100	100
20	velmi rané a rané	90	110	100
	polorané	80	100	90
	polopozdní a pozdní	70	90	80
40	velmi rané a rané	80	100	90
	polorané	70	90	80
	polopozdní a pozdní	60	80	70
60	velmi rané a rané	70	90	80
	polorané	60	80	70
	polopozdní a pozdní	60	70	60

3.8.3 Hnojení draslíkem

Brambory mají střední nároky na obsah K v půdě, ale z půdy ho odčerpávají v poměrně velkém množství. Optimálně by měla střední půda obsahovat 170 – 310 mg.kg⁻¹ (Mehlich III); (Vokál et al. 2004). Draselná hnojiva jsou chemické látky, které pocházejí hlavně z přírodních ložisek draselných solí. Jsou dobře rozpustná ve vodě a kromě draslíku obsahují i jiné prvky, jako například sodík a hořčík. Mezi nejpoužívanější hnojiva se řadí draselná sůl, síran draselný, kamex, patentkali a kainit (Kunzová, 2010). Vokál et al. (2004) uvádí, že při nízké zásobě K v půdě použijeme doporučenou doplňující dávku draslíku zpravidla v draselné soli, kterou budeme aplikovat na podzim. Richter & Hlušek (1996) uvádí, že pevná draselná hnojiva zapravujeme nejčastěji orbou, ideálně společně s fosforečnými hnojivy a organickým hnojením, dále autoři uvádí, že draselná hnojiva lze

aplikovat také na list. Westermann et al. (1994) uvádí, že aplikace draslíku a dusíku snižuje koncentraci sušiny a škrobu v hlízách.

3.8.4 Hnojení fosforem

Fosforečná hnojiva zařazujeme mezi jednosložková hnojiva, průmyslově vyráběná, která poskytují pěstovaným rostlinám jako hlavní prvek fosfor. Tuto živinu obsahují buď přímo přístupnou pro rostliny, nebo ji poskytnou až po uvolnění v půdě. Hnojiva lze rozdělit na hnojiva s fosforem rozpustným ve vodě, fosforem rozpustným v citranu amonném, fosforem rozpustným ve 2% kyselině citronové a fosforem rozpustným v silných minerálních kyselinách (Richter & Hlušek, 1996). Půdní zásoba přijatelného fosforu klesá a fosfor se stává postupně omezujícím prvkem výnosu. Současné omezené hnojení statkovými a minerálními hnojivy způsobuje odčerpávání fosforu z půdy, který bilančně přesahuje vstupy. To způsobuje snižování zásoby přístupného fosforu v půdě (Kunzová, 2009). Aplikaci hnojiv je účelné spojit s aplikací statkových hnojiv s pomalejším uvolňováním méně rozpustného fosforu typu Hyperkorn, a na jaře doplnit fosfor ještě nižší dávkou superfosfátu (Vokál et al. 2013). Černý et al. (2018) publikovali, že během vegetace však není možné fosfor účinně doplňovat, neboť hnojení na povrch půdy, či listové aplikace jsou málo účinné, protože se přístupné formy fosforu nacházejí zejména v orniční vrstvě půdy, nelze také počítat se zvýšením příjmu z hlubších vrstev půdy, jak je to například u draslíku. Aplikace fosforečných hnojiv zvýšila celkový výnos hlíz a výnos hlíz menších než 85 g, ale snížila podíl hlíz větších než 285 g. Kvůli nárůstu malých, neprodejných hlíz, aplikace fosforečných hnojiv neměla významný vliv na tržní výnosy hlíz. Celkový počet hlíz na rostlinu byl vyšší, ale počet velkých hlíz byl nižší, když byl aplikován P ve srovnání s kontrolou bez aplikace fosforu (Rosen & Bierman 2008).

3.8.5 Hnojení vápníkem

Vápenatá hnojiva slouží jako zdroj vápníku pro rostliny, ale využívají se také k úpravě půdních vlastností (především půdní reakce), čímž vytvářejí příznivé podmínky pro příjem i jiných živin (Richter & Hlušek, 1996). Brambory patří mezi plodiny, které snášejí kyselou reakci (hodnota pH min. 5,5), ale mají poměrně vysoké nároky na vápník. Nevyhovuje jim přímé vápnění, takže zařazujeme vápnění pozemku k předplodině, nebo k následné plodině (Vaneková, 1991). Brambory přijímají vápník v poměrně vysokých dávkách (2,2 kg Ca/t

hlíz), i přes skutečnost, že bramborám vyhovuje kyselější půdní reakce. Přímý a výrazný vliv absence vápníku na výnos a kvalitu hlíz nebyl pozorován (Vokál et al. 2013).

3.8.6 Hnojení hořčíkem

Brambory jsou náchylné na nedostatek hořčíku, a proto se setkáváme poměrně často s projevy nedostatku ve formě chloróz. Chloróza se projevuje nižší intenzitou zeleného zbarvení, nestejně rozloženým chlorofylem zejména na starších listech středního patra. Foliární aplikace roztoku hořčíku během vegetace je neefektivní, proto je důležité dbát na optimalizaci zásoby přístupného hořčíku v půdě (Kasal et al. 2010). Hořčík obsažený v hnojivech může být přítomen v různých sloučeninách. Nejobvyklejší účinnou složkou hnojiv je síran hořečnatý ($MgSO_4$), uhličitan hořečnatý ($MgCO_3$), nebo méně významné zdroje – dusičnan hořečnatý a oxid hořečnatý (Vaněk et al. 2016). Způsob dodání potřebného množství hořčíku, vhodnost formy hnojiva způsob aplikace ovlivňuje půdní reakce, sorpční schopnost půdy, zásobu přístupného hořčíku v půdě a stupněm onemocnění rostlin v důsledku nedostatku hořčíku. Rozeznáváme tedy 4 základní systémy hnojení hořčíkem a to, meliorační hnojení, předzásobní hnojení, každoroční hnojení a hnojení na list (Baier & Baierová 1985). Richter & Hlušek (1996) uvádí, že ve snaze řešit deficit hořčíku v půdě je tento prvek přidáván i k dalším hnojivům, zejména dusíkatým.

3.9 Aplikace průmyslových hnojiv

3.9.1 Aplikace minerálních dusíkatých hnojiv

Bylo provedeno množství pokusů s cílem stanovit výtěžnost brambor v závislosti na dávce dusíku. Vzhledem ke stále se měnící úrovni produkce brambor a k potřebě maximalizovat účinnost používání hnojiv, omezit úniky škodlivých dusíkatých sloučenin do životního prostředí je tento výzkum stále nezbytný a aktuální. Evropská legislativa stanovuje limity pro aplikaci dusíku a také stanovuje normy pro kvalitu vody, což je klíčová otázka efektivity využití dusíku (Vos, 2009). Anorganická hnojiva lze aplikovat několika cestami. Snadnou cestou je rovnoměrně aplikovat rozmetadlem hnojivo na povrch půdy a zapravit ho pomocí rotačního kypriče, nebo bránami. Veškerá část hnojiva může být použita před výsadbou. Pokud se aplikace rozdělí, měla by být provedena druhá aplikace, když rostliny jsou 10-15 cm vysoké (Jong et al. 2011).

3.9.2 Plošná aplikace

Průmyslová hnojiva jsou nejčastěji aplikována v pevné formě pomocí rozmetadel na celou plochu ornice (naširoko). Nedokonalá aplikace a zapravení, zvláště dusíkatých hnojiv, je nežádoucí a negativně se projevuje například nerovnoměrným dozríváním (Vokál et al. 2004). Většinou se aplikují na povrch pozemku rozmetáním, hnojivo se buď vyhrnuje ze zásobníku, nebo rozhazuje odstředivou silou, případně proudem vzduchu (Kumhála et al. 2007).

3.9.3 Lokální aplikace

Principem lokální aplikace je umístění hnojiva do okolí hlíz. Využívá se především při technologii odkameňování, kdy je neúčelné aplikovat dusíkatá hnojiva plošně, protože při následném rýhování a separaci by došlo k rozptýlení hnojiva do celého orničního profilu. Velká část aplikovaného dusíkatého hnojiva by se tak stala pro rostliny nedostupnou (Kasal et al. 2010). Tento způsob aplikace umožňuje snížit dávky minerálních hnojiv jejich uložením do blízkosti vysázených hlíz v menší lépe využitelné dávce (Mayer et al. 2009). Lokální aplikace při sázení brambor v porovnání s plošnou aplikací omezuje tvorbu nitrátů a snižuje riziko vyplavení nitrátového dusíku do podorničí. Živiny uvolněné z lokálně aplikovaných hnojiv v hrůbcích jsou lépe dostupné rostlinám a jsou lépe chráněny před vyplavením, povrchovým smyvem a vodní erozí (Kasal et al. 2014).

3.9.4 Lokální aplikace pevných minerálních hnojiv

V České Republice se pro aplikaci pevných hnojiv využívají adaptéry nesené na předních ramenech traktoru, nebo adaptéry před sazečem na zadních ramenech hydrauliky. Hnojivo se ukládá po obou stranách vysázených hlíz. Nejčastěji je hnojivo ukládáno v pásu asi 75 – 115 mm od hlízy, hloubka uložení hnojiva je nastavitelná. Výhodou vzadu neseného aplikátoru je malá vzdálenost mezi radličkou, která hnojivo zapraví, a sázecím ústrojím, tím docílíme přesnější vzdáleností mezi hnojivem a hlízou. Nevýhodou je vysoké zatížení zadních ramen hydrauliky a použití těžšího a výkonnějšího traktoru (Mayer et al. 2009). Adaptéry nesené na ramenech přední hydrauliky mají výhodu v rovnoměrném zatížení traktoru, nevýhodou je ale menší přesnost uložení hnojiva z důvodu větší vzdálenosti adaptéru od sázecího ústrojí (Kasal, 2007).

3.9.5 Výhody lokálního hnojení a vliv na výnos hlíz

U hnojení dusíkem, které rozhoduje nejen o výši výnosu a jeho stabilitě, je rozhodující dávka hnojiva. Bylo by vhodné postupně přejít na aplikaci dusíku pomocí aplikačních zařízení umístěných na sazečích. Tento způsob aplikace zajišťuje rovnoměrné dávkování, snížení ztrát, snížení nákladů, navíc je vytvořen předpoklad pro výrazné snížení dávky dusíkatého hnojiva o 25 – 30 %, tento systém je šetrnější i k životnímu prostředí (Vokál & Rasocha, 2002). Kasal et al. (2014) uvádí, že lokální aplikace je efektivní způsob hnojení, při kterém můžeme snížit dávku dusíku o 10 – 15 % v porovnání s plošnou aplikací při zachování výnosu a kvality hlíz. Aplikace hnojiva do brázd má pozitivní vliv na využití dusíku, rozdíl je patrný především při aplikaci jednorázové dávky hnojiva při sázení (Maindl et al. 2002).

Při lokální aplikaci minerálních dusíkatých hnojiv u sázení brambor se předpokládá, že rostliny využijí dodaný dusík ze 45 – 65 %, při hnojení naširoko využijí rostliny dodaný dusík z 30 – 50 % (Kasal, 2007). Pickny & Grocholl (2003) publikovali, že hnojiva aplikovaná do blízkosti kořenového vlášení jsou pro rostliny lépe zpřístupněny v době jejich největšího příjmu.

Dusíkaté hnojivo můžeme při tomto způsobu aplikace zapravovat v jednosložkových, nebo vícesložkových hnojivech, zatím především v pevné formě, k dispozici budou i aplikátory na kapalná hnojiva. Při použití vícesložkových průmyslových hnojiv se dávka hnojiva řídí obsahem dusíku, důležité je ale vzít v potaz, že jejich aplikace snižuje výkon sazeče, z důvodu častějšího plnění (Vokál & Rasocha, 2002). Mayer & Fér (2007) uvádí, že lokálně aplikované kapalného hnojivo je zejména v suchých letech pro kořenový systém rostlin přístupnější než stejně aplikované tuhé hnojivo. Dusík výrazně zvyšuje pokryvnost, celkový výnos a obsah N v hlízách. Při porovnání různých zdrojů dusíku (AN, močovina, NP, NPK) na různé parametry nebyl zjištěn významný rozdíl (Marouani et al. 2015).

V provozních pokusech byl zjištěn o 5 – 15 % vyšší podíl velkých hlíz nad 50 mm u varianty s hnojením kapalným hnojivem při porovnání s variantou, kde bylo použité tuhé minerální hnojivo (Mayer et al. 2007). U porovnávání velikostního spektra vypěstovaných hlíz při provozním pokusu bylo zjištěno, že vyšší podíl středních hlíz o velikosti 30 – 50 mm je u varianty s kapalným hnojivem, kde se obsah těchto hlíz pohyboval v rozmezí 53,5 – 57,4 %. U varianty s tuhým hnojivem byl obsah těchto hlíz 49,6 – 50,7 %, na kontrolní ploše bylo 45 % středních hlíz (Mayer et al. 2009).

4 Materiál a metody

V této části byly zaznamenány všechny důležité informace o průběhu, vedení a metodice pokusu. Dále jsou zde popsány konkrétní podmínky, ve kterých pokusu probíhal. Byl zkoumán vliv dávky a způsob aplikace základního hnojení na výnos, bylo použito kombinované hnojivo NPK. Pokus probíhal v provozních podmínkách.

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Experimentální část mé bakalářské práce probíhala na našem rodinném hospodářství. To se nachází na pomezí Středočeského kraje a kraje Vysočina, konkrétně pokus probíhal na pozemcích v katastrálním území obce Chmelná, na honu jménem „Na struhách“. Pozemek se nachází v bramborářské výrobní oblasti, v uzavřené sadbové oblasti. Průměrná nadmořská výška pozemku je 485 m n. m.

4.1.1 Popis půdních podmínek

Půda se řadí do skupiny půd typu kambizem, konkrétně kambizem modální. Hloubka ornice je 25 – 30 cm. Půdy jsou hlinitopísčité, mají dobrou infiltrační schopnost, ale jsou náchylnější na okyselení. BPEJ pozemku je 7.29.11. Bodová výnosnost je na stupnici 6 až 100 vyjádřena hodnotou 37 bodů, jedná se tedy o velmi málo produkční půdu. Sklonitost 3,25 °.

4.2 Popis použité odrůdy

4.2.1 Antonia

Antonia je odrůda od firmy Europlant, registrována byla v roce 2008. Je to poloraná salátová odrůda vyznačující se vynikající chutí. Doba vegetace se pohybuje okolo 120 dní. Jedná se o varný typ A. Typické vlastnosti této odrůdy jsou - vysoký výnosový potenciál, chuťová kvalita, bezproblémové skladování, vhodnost k praní a balení.

Hlízy mají oválný tvar a na povrchu jsou patrná mělká očka. Barva dužiny a slupky je sytě žlutá.

Antonia má vysokou odolnost vůči virovým chorobám, plísni bramborové a strupovitosti. Nižší odolnost má vůči hadčátku bramborovému. Citlivost k mechanickému poškození je nízké – střední.

Je vhodné ji zařadit na lepší půdy, které jsou v dobrém stavu s dobrým vláhovým režimem a dostatečným přívodem živin. Z důvodu vysokého nasazení hlíz můžeme porost

zakládat na spon 75 x 32 – 34 cm, tzn. přibližně 40 000 trsů/ha. Před sázením je ideální probudit sadbu teplotním šokem, protože tato odrůda má výrazné klidové období. Dále bychom měli nechat hlízy alespoň narašit, abychom docílili rovnoměrného vzcházení porostu. Celková doporučená dávka dusíku je do 160 kg.ha⁻¹, včetně N_{min} a organické hnojení. Dále bychom měli zajistit 200 – 250 kg.ha⁻¹ K₂O a 100 kg.ha⁻¹ P₂O₅.

4.3 Charakteristika použitých hnojiv

Jak již bylo zmíněno v literární rešerši, brambory dobře reagují na organo – minerální hnojení. Při realizaci mého pokusu jsem využil kombinaci různých hnojiv.

4.3.1 Zelené hnojení

K zelenému hnojení byla použita směs hořčice bílé a svazenky vrtičolisté. Výsev proběhl 30. 7. 2017. Rozmetadlem na průmyslová hnojiva byla směs aplikována na strniště, kde následně proběhla podmítka radličkovým podmítačem. Výsevek byl 20 kg.ha⁻¹ (hořčice bílá 13,5 kg a svazenka vrtičolistá 6,5 kg). Meziplodinu jsme využili především k dodání organické hmoty do půdy, fixaci živin, ochraně proti erozi a zaplevelení. Porost jsme zlikvidovali mulčováním 29. 10. 2017.

4.3.2 Chlévský hnůj

K hnojení byl použit vyzrálý hnůj skotu. Dávka činila 42 t.ha⁻¹. Ihned po aplikaci v tentýž den bylo provedení zapravení pomocí pluhu s předradličkou do hloubky 30 cm. Tato operace probíhala 31. 10. 2017. Půda byla ponechána na hrubé brázdě.

4.3.3 NPK

Použité minerální hnojivo bylo kombinované granulované hnojivo YaraMila NPK 20 – 7 – 10. Aplikované bylo dle varianty v dávce 350 kg.ha⁻¹ nebo 650 kg.ha⁻¹. Dle varianty bylo dále využito aplikace hnojiva pod patu, nebo aplikace hnojiva „na široko“. Kombinované hnojivo bylo použito z důvodu absence podzimní aplikace draselných a fosforečných hnojiv před orbou.

4.4 Technologie založení pokusu

Předplodina pro brambory byla ozimá pšenice. Následně proběhla podmítka, aplikace organického hnojiva a podzimní orba, která byla ponechána v hrubé brázdě. Přes zimu došlo k přirozenému ulehnutí půdy a rozpadnutí velkých hrud na menší struktury. Na jaře, přibližně

na začátku třetí třetiny dubna bylo provedeno záhonové odkameňování. Tato technologie spočívá v naryhování hrubých brázd, prosetím těchto brázd, kdy dojde k separaci hrud a kamenů, půda se pěkně nakypří. Dále následuje sázení, při této technologii se standardně ukládá minerální hnojivo pod patu. Na pokusných parcelách toto bylo využito, u variant, kde byla aplikace hnojiva pod patu. Na parcelách, kde byla plošná aplikace hnojiva, byl tento aplikátor vypnut a ručně rozhozeno po prosátém záhonu určité množství hnojiva dle varianty, jako simulace plošné aplikace. Sázečí ústrojí a zahrnovací radlice s formátovačem pak toto hnojivo zapravili do celého připraveného půdního profilu. Dále byly označeny a vytyčeny jednotlivé varianty v porostu, mimo okraje porostu, nebo v kolejových řádcích pro postřikovač, došlo by tak k ovlivnění pokusu. Během vegetace byla prováděna standardní integrovaná ochrana a listová výživa jako na běžné ploše konzumních brambor.

4.4.1 Rozbor odebraných vzorků

Pro vyhodnocení pokusu jsem ručně odebral z každé parcely 10 trsů. Následně jsem rozebral jednotlivě každý vzorek hlíz získaných z odkopů. Hodnotil jsem hmotnost hlíz z 10 trsů, počet hlíz z 10 trsů, průměrnou hmotnost hlízy, hmotnost konzumních hlíz z 10 trsů, počet konzumních hlíz z 10 trsů, průměrnou hmotnost 1 konzumní hlízy a výnos.

Hmotnost jsem vážil na digitální váze. Velikostně jsem hlízy roztřídil pomosí sít, které jsem vyndal z třídičky na brambory, nerozhodně velké hlízy jsem přeměřil kapesní čtvercovou měrkou.

Všechny získané informace jsem zaznamenával do tabulek. Výnos z hektaru jsem dopočítal na základě těchto výnosotvorných ukazatelů a počtu trsů na 1 ha. Pro výpočet jsem využil u každé varianty 3 pokusné parcely, ze kterých jsem udělal průměr, nejvíce odchýlenou parcelu v každé variantě jsem do výpočtu nezahrnul.

4.4.2 Základní informace o pokusu

- Velikost 1 pokusné parcely: 10 m²
- Počet variant: 5
- Každá varianta měla čtyři opakování
- Spon 0,75 x 0,3 m

4.4.3 Varianty

Tabulka č. 2: Varianty v pokusu

Varianta	1	2	3	4	Kontrola
Označení v grafech	PA 70	LA 70	PA 130	LA 130	K
Způsob aplikace hnojiva	Plošná aplikace hnojiva	Lokální aplikace hnojiva	Plošná aplikace hnojiva	Lokální aplikace hnojiva	Bez základního hnojení
Dávka čistých živin (kg N.ha ⁻¹)	70	70	130	130	0
Dávka hnojiva NPK (kg.ha ⁻¹)	350	350	650	650	0

4.4.4 Schéma rozmístění jednotlivých variant

Tabulka č. 3: Schéma rozmístění jednotlivých variant

Varianta 2.	Varianta 3.	Varianta 4.	Varianta 1.	Varianta 4.
Varianta 3.	Kontrola	Varianta 2.	Varianta 3.	Varianta 2.
Kontrola	Varianta 1.	Kontrola	Varianta 4.	Kontrola
Varianta 1.	Varianta 4.	Varianta 1.	Varianta 2.	Varianta 3.

4.5 Agrotechnické zásahy

30. 7. 2017 – Podmítka + výsev meziplodiny

29. 10. 2017 – Likvidace meziplodiny mulčováním

30. 11. 2017 – Aplikace chlévského hnoje v dávce 42 t.ha⁻¹ + orba do hloubky 28 cm

19. 4. 2018 – Naorávání + separace hrud a kamenů

20. 4. 2018 – Sazení + vytyčení a označení pokusných parcel

23. 4. 2018 – Aplikace herbicidu Bandur (aklonifen 600g/l), dávka 4 l.ha⁻¹, dávka vody 400 l.ha⁻¹

2. 6. 2018 – Aplikace insekticidu Proteus 110 OD (thiacloprid 100g, deltamethrin 10 g), dávka 0,5 l.ha⁻¹ + listové výživy Galleko univerzál, dávka 0,5 l.ha⁻¹

- 18. 6. 2018** – Aplikace fungicidu Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb 64%, metalaxyl 4%), dávka 2,5 kg.ha⁻¹
- 30. 6. 2018** – Aplikace fungicidu Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb 64%, metalaxyl 4%), dávka 2,5 kg.ha⁻¹ + listové výživy Galleko univerzál, dávka 0,5 l.ha⁻¹ + \ominus CO (NH₂)₂, dávka 5 kg.ha⁻¹ + listové výživy K-gel 175, dávka 3,5 l.ha⁻¹
- 13. 7. 2018** – Aplikace fungicidu Revus top (difenokonazol 250 g/l, mandipropamid 250 g/l), dávka 0,6 l.ha⁻¹ + insekticidu Vaztak activ (alfa-cypermethrin 50 g/l) dávka 0,25 l.ha⁻¹
- 29. 7. 2018** – Aplikace fungicidu Infinito SC (fluopikolid 62,5 g/l, propamokarbhydrochlorid 625 g/l), dávka 1,2 l.ha⁻¹ + insekticidu Ecail Ultra (thiacloprid 240 g/l), dávka 0,2 l.ha⁻¹ + \ominus CO (NH₂)₂, dávka 5 kg.ha⁻¹
- 11. 8. 2018** – Aplikace fungicidu Altima 500 SC (fluazinam 500 g/l), dávka 0,3 l.ha⁻¹ + listové výživy K-gel 175, dávka 3,5 l.ha⁻¹
- 28. 8. 2018** – Aplikace fungicidu Altima 500 SC (fluazinam 500 g/l), dávka 0,3 l.ha⁻¹
- 15. 9. 2018** – Sklizeň pokusných parcel + vyhodnocení jednotlivých pokusných variant

4.6 Meteorologické podmínky roku 2018

V této části bakalářské práce jsem do tabulek zapsal některé meteorologické údaje, aby mohly být porovnány teploty a srážky v dlouhodobějším časovém úseku, protože počasí roku 2018 podstatně ovlivnilo výsledky pokusu. Údaje jsem získal jednak z webových stránek ČHMÚ a z amatérské meteorologické stanice v Čechticích, která je od místa pokusu vzdálená vzdušnou čarou 3,5 km. Od ČHMÚ jsem použil data teplot vzduchu 2018 [°C], dlouhodobý normál teploty vzduchu 1981-2010 [°C], odchylka od normálu [°C], úhrn srážek 2018 [mm], dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm] a úhrn srážek v % normálu 1961–1990, které můžeme v tabulce porovnat, jaký byl rozdíl mezi počasím v České republice a ve Středočeském kraji, kde pokus probíhal. Dále jsou v tabulkách uvedeny údaje z meteorologické stanice v Čechticích, která zobrazují ještě přesnější hodnoty průběhu počasí v místě konání pokusu. Protože tato stanice byla založena v roce 2014, nemohu z této stanice uvést dlouhodobé normály teploty vzduchu a srážek.

Tabulka č. 4: Teplotní poměry

		Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Česká republika	Teplota vzduchu 2018 [°C]	12,7	16,2	17,5	19,7	20,6	14,5
	Dlouhodobý normál teploty vzduchu 1981-2010 [°C]	7,9	13,0	15,8	17,8	17,3	12,8
	Odchylka od normálu [°C]	4,8	3,2	1,7	1,9	3,3	1,7
Středočeský kraj a Praha	Teplota vzduchu 2018 [°C]	13,2	16,9	18,2	20,8	21,6	15,3
	Dlouhodobý normál teploty vzduchu 1981-2010 [°C]	8,6	13,7	16,5	18,5	18,0	13,5
	Odchylka od normálu [°C]	4,6	3,2	1,7	2,3	3,6	1,8
Čechtice	Teplota vzduchu 2018 [°C]	14,0	17,3	18,7	20,6	21,8	15,8

Tabulka č. 5: Srážkové poměry

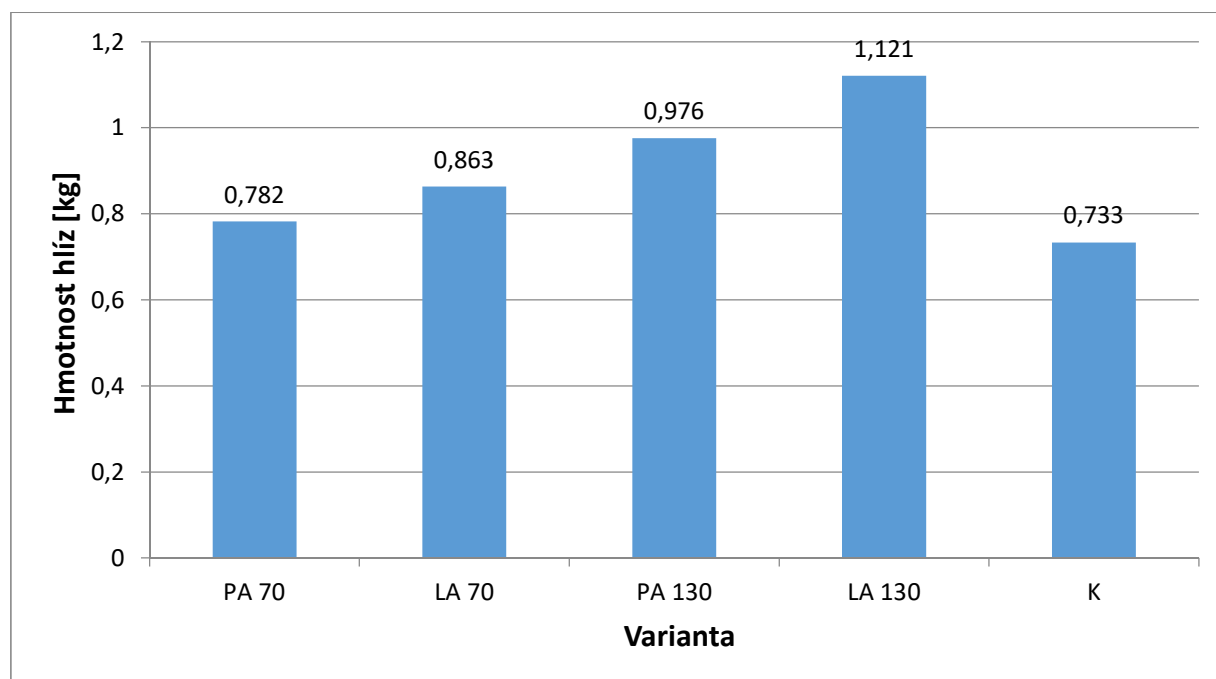
		Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Česká republika	Úhrn srážek 2018 [mm]	20	62	76	41	36	65
	Dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm]	47	74	84	79	78	52
	Úhrn srážek v % normálu 1961-1990	43	84	90	52	46	125
Středočeský kraj a Praha	Úhrn srážek 2018 [mm]	19	54	68	28	32	48
	Dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm]	43	70	75	72	73	46
	Úhrn srážek v % normálu 1961-1990	44	77	91	39	44	104
Čechtice	Úhrn srážek 2018 [mm]	15	33	58	21	42	57

5 Výsledky

Hmotnost hlíz pod jedním trsem

Graf č. 1 zobrazuje u jednotlivých variant hmotnost hlíz pod 1 trsem. Rozpětí u jednotlivých variant se pohybovalo od 0,733 do 1,121 kg/trs. Nejvyšší hmotnost hlíz pod trsem byla zjištěna při lokální aplikaci hnojiva 130 kg N.ha⁻¹. Nejnižší hmotnosti bylo dosaženo u kontrolní varianty bez základního dusíkatého hnojení. Rozdíl mezi těmito variantami byl 0,388 kg/trs. Z grafu je dále patrné, že stejné dávky dusíkatého hnojiva vždy znamenaly větší nárůst hmotnosti hlíz pod jedním trsem, pokud bylo hnojivo aplikováno lokálně v porovnání s plošnou aplikací.

Graf č. 1: Hmotnost hlíz pod jedním trsem

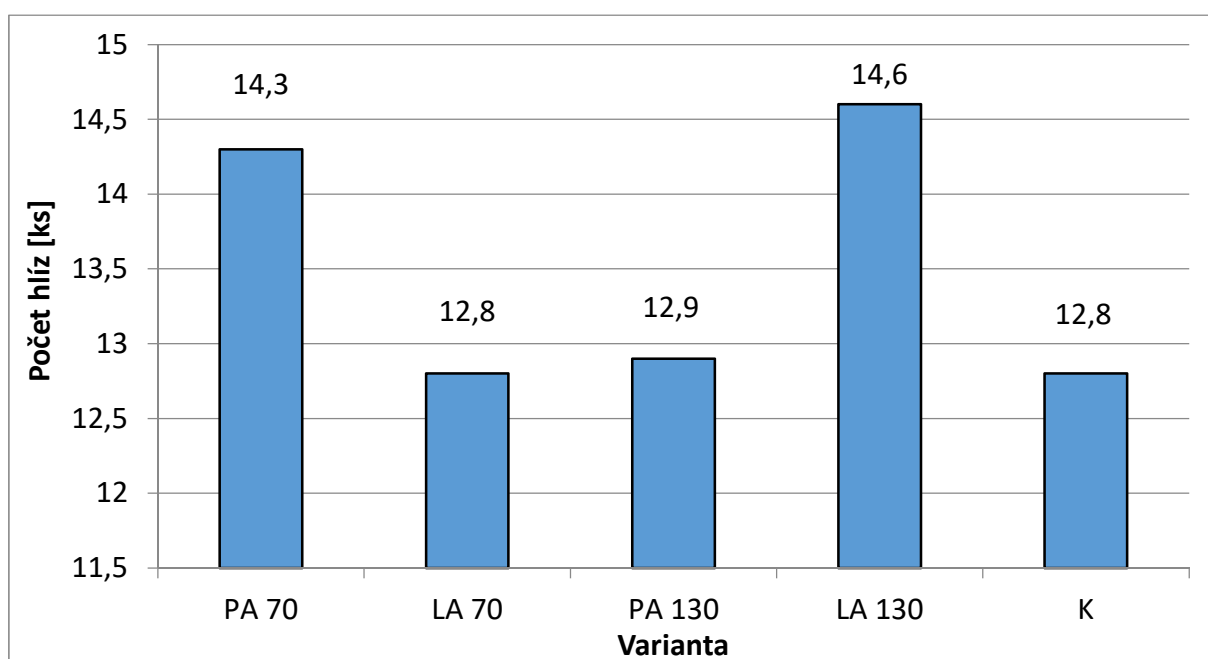


Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; LA 70 = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; LA 130 = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; K = nehnojená kontrola

Počet hlíz pod 1 trsem

Počet hlíz u všech variant se pohyboval mezi 12,8 – 14,6 ks/trs. Nejvyššího počtu bylo dosaženo u varianty s lokální aplikací hnojiva v dávce 130 kg N.ha⁻¹. Nejnižší počet hlíz pod 1 trsem byl u varianty s lokální aplikací hnojiva v dávce 70 kg N.ha⁻¹ a kontroly. Rozdíl mezi variantou s lokální aplikací hnojiva v dávce 70 kg N.ha⁻¹ a plošnou aplikací v dávce 130 kg N.ha⁻¹ nebyl téměř žádný.

Graf č. 2: Počet hlíz pod jedním trsem



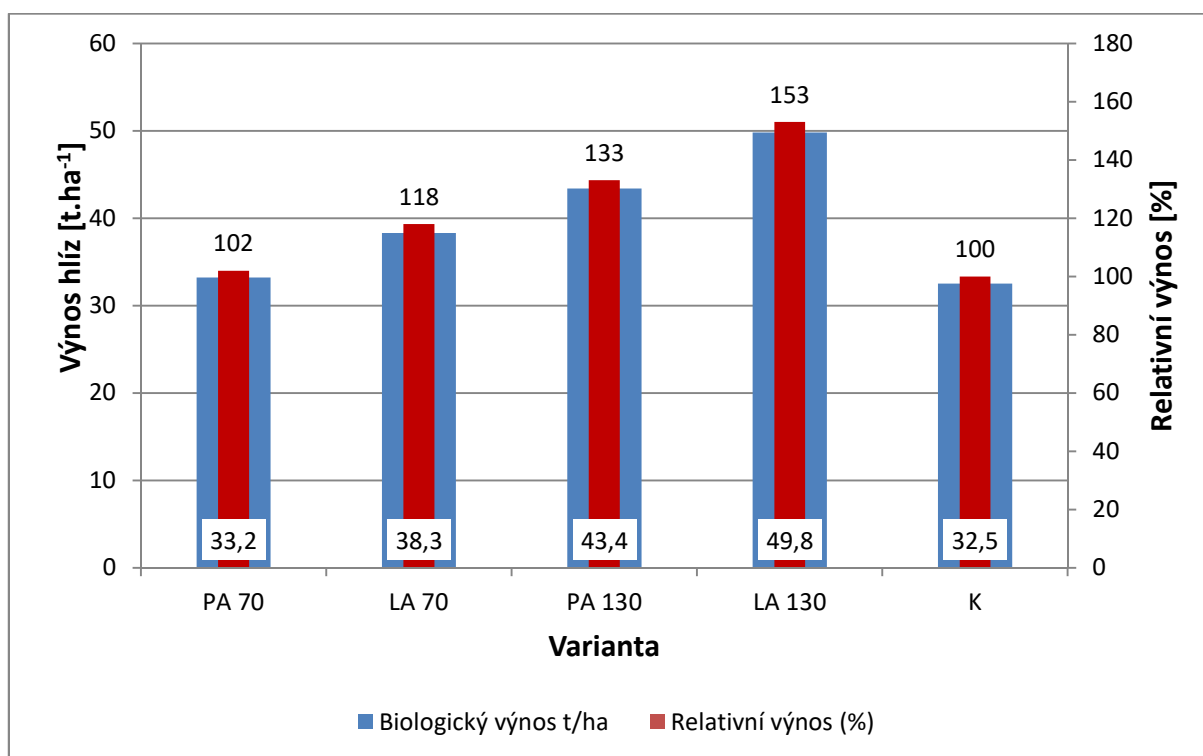
Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; LA 70 = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; LA 130 = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; K = nehnojená kontrola

Výnos hlíz

Graf č. 3 zobrazuje výnos hlíz v $t \cdot ha^{-1}$ a přepočítaný relativní výnos v %. Výnos se pohyboval od 32,5 do 49,8 $t \cdot ha^{-1}$. Nejnižší výnos byl zjištěn u kontroly. Nejvyšší výnos byl dosažen u varianty s lokální aplikací hnojiva 130 $kg N \cdot ha^{-1}$ s výsledkem 49,8 $t \cdot ha^{-1}$ a nárůstem oproti kontrole o 53 %. Nejhorší výnos byl zaznamenán u kontroly s výsledkem 32,5 $t \cdot ha^{-1}$.

U varianty s dávkou 70 $kg N \cdot ha^{-1}$ byl zvýšen výnos oproti kontrole o 2 – 18 %. Lokální aplikace hnojiva zvýšila výnos hlíz u této varianty o 16 %, v porovnání s plošnou aplikací. Varianta s dávkou 130 $kg N \cdot ha^{-1}$ zvýšila výnos o 33 – 53 %. Při porovnání lokální a plošné aplikace hnojiva došlo ke zvýšení výnosu hlíz o 20 % ve prospěch lokální aplikace.

Graf č. 3: Výnos hlíz

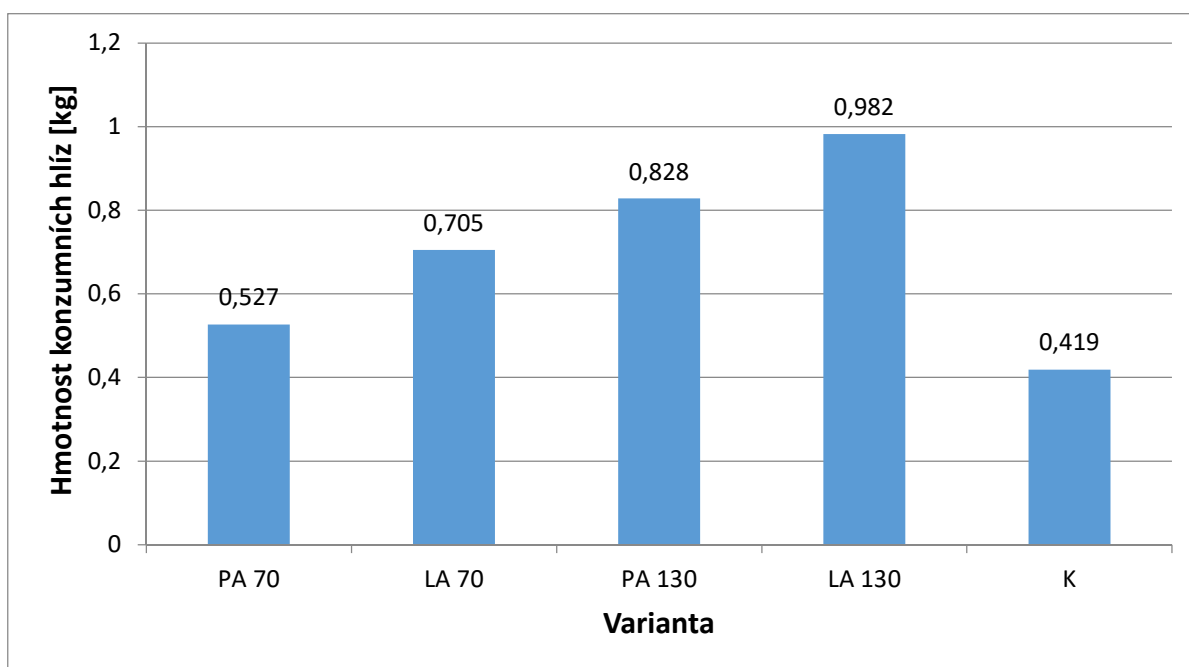


Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 $kg N \cdot ha^{-1}$; LA 70 = lokální aplikace 70 $kg N \cdot ha^{-1}$; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 $kg N \cdot ha^{-1}$; LA 130 = lokální aplikace 130 $kg N \cdot ha^{-1}$; K = nehnojená kontrola

Hmotnost konzumních hlíz pod jedním trsem

Graf č. 4 zobrazuje hmotnost konzumních hlíz pod 1 trsem. Hmotnost konzumních hlíz pod jedním trsem se pohybuje od 0,419 do 0,982 kg/trs. Nejlepšího výnosu je opět dosaženo u varianty s lokální aplikací hnojiva 130 N kg.ha⁻¹. Rozdíl hmotnosti mezi nejlepší variantou a kontrolou je 0,563 kg/trs. Při stejné úrovni hnojení 70 kg N.ha⁻¹ je rozdíl ve hmotnosti konzumních hlíz 0,178 kg/trs mezi variantami s plošnou a lokální aplikací. Při úrovni hnojení 130 kg N.ha⁻¹ je rozdíl ve hmotnosti konzumních hlíz 0,154 kg/trs mezi variantami s plošnou a lokální aplikací.

Graf č. 4: Hmotnost konzumních hlíz pod jedním trsem

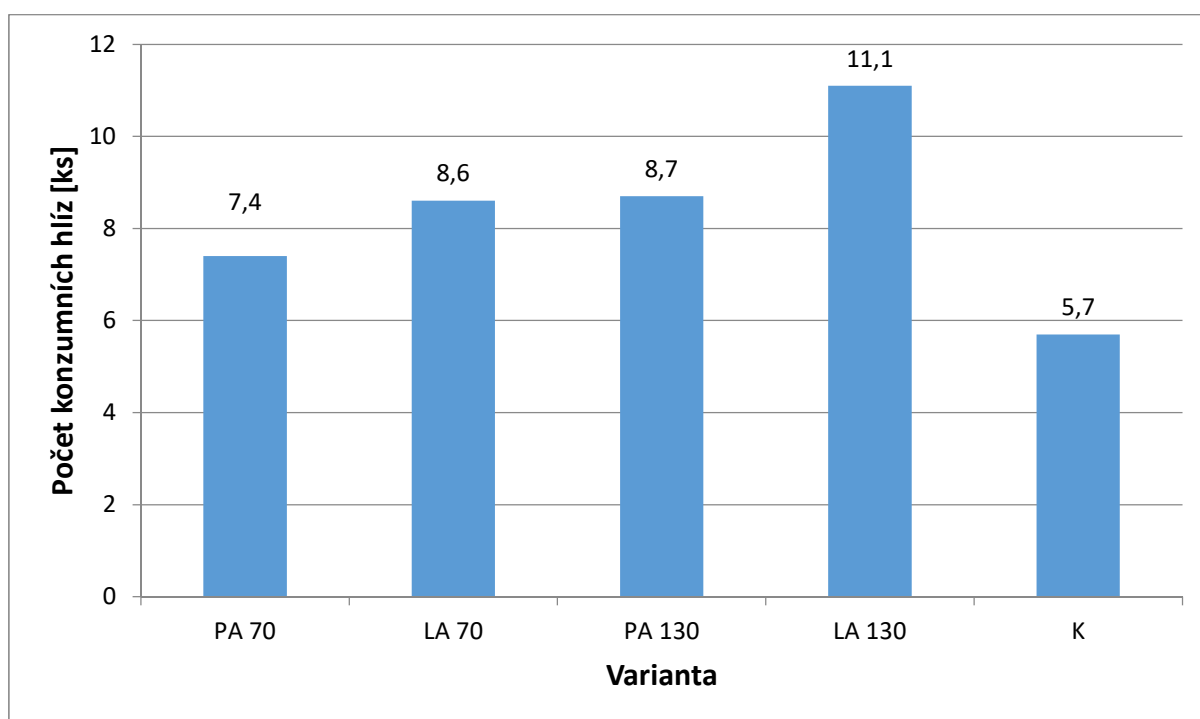


Vysvětlivky ke grafu: **PA 70** = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; **LA 70** = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; **PA 130** = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; **LA 130** = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; **K** = nehnojená kontrola

Počet konzumních hlíz pod jedním trsem

Graf č. 5 zobrazuje počet konzumních hlíz pod 1 trsem. Počet konzumních hlíz u všech variant se pohyboval mezi 5,7 – 11,1 ks/trs. Největší rozdíl je mezi variantou s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹ a kontrolou. U ostatních variant je počet konzumních hlíz poměrně vyrovnaný ukazatel, u kterého nedošlo k většímu rozdílu mezi variantami. Mezi variantou plošné aplikace 130 kg N.ha⁻¹ a variantou lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹ není v podstatě žádný rozdíl v počtu konzumních hlíz.

Graf č. 5: Počet konzumních hlíz pod trsem



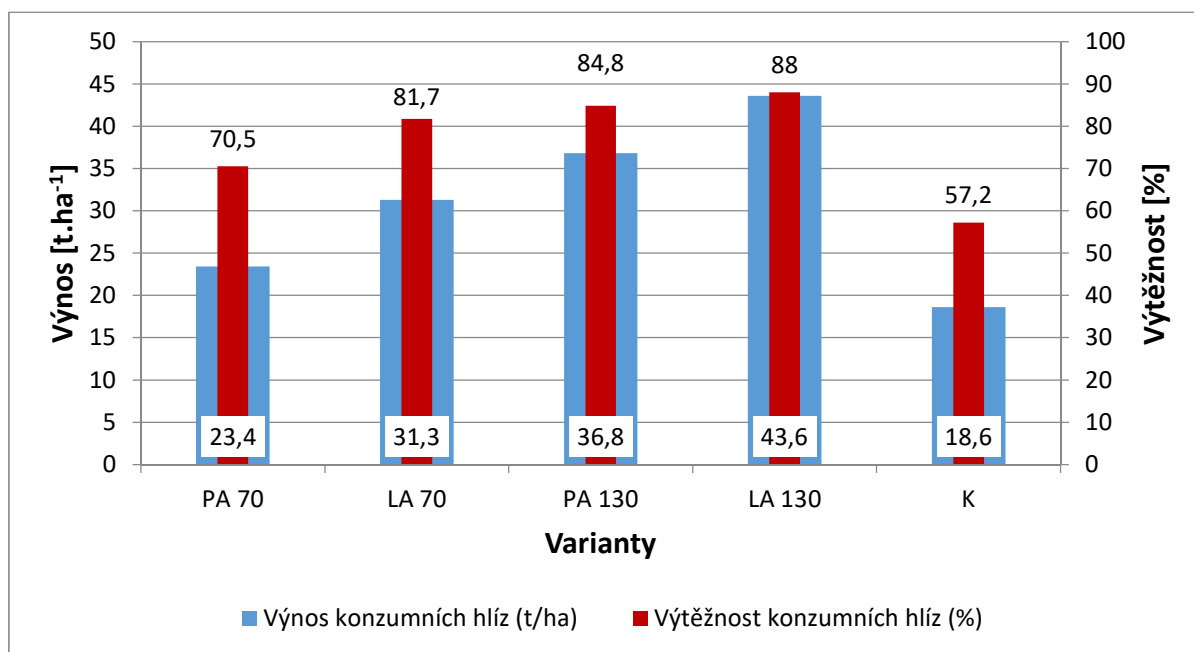
Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; LA 70 = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; LA 130 = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; K = nehnojená kontrola

Výnos a výtěžnost konzumních hlíz

Z grafu č. 6 vyplývá, že výnos konzumních hlíz se pohyboval od 18,6 do 43,6 t.ha⁻¹. Největšího výnosu bylo dosaženo u varianty s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹. Naopak kontrola byla výnosově nejhorší. Při stejné úrovni hnojení bylo vždy dosaženo většího výnosu konzumních hlíz u variant s lokální aplikací hnojiva.

Výtěžnost konzumních hlíz se pohybovala od 57,2 do 88 %. Největší výtěžnost byla zaznamenána u varianty s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹. Nejnižší výtěžnost byla zjištěna u kontroly. Mezi variantami 70 kg N.ha⁻¹ s lokální aplikací a 130 kg N.ha⁻¹ s plošnou aplikací hnojiva byl rozdíl ve výtěžnosti pouze 3,1 %.

Graf č. 6: Výnos a výtěžnost konzumních hlíz



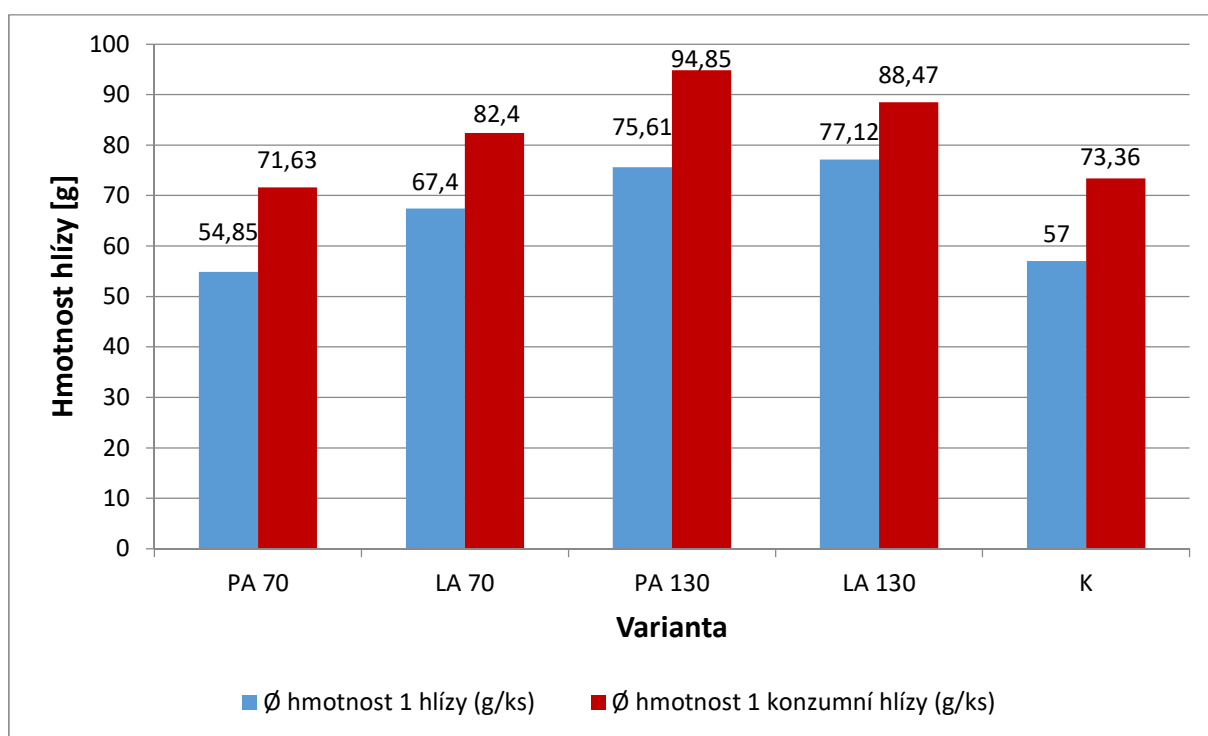
Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; LA 70 = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; LA 130 = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; K = nehnojená kontrola

Průměrná hmotnost jedné hlízy

Průměrná hmotnost jedné hlízy byla nejvyšší u varianty s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹ a nejnižší u varianty s plošnou aplikací 70 kg N.ha⁻¹. Průměrná hmotnost hlízy se pohybovala od 54,85 do 77,12 g/ks.

Průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy byla nejvyšší u varianty s plošnou aplikací 130 kg N.ha⁻¹ a nejnižší u varianty s plošnou aplikací 70 kg N.ha⁻¹. Průměrná hmotnost konzumní hlízy se pohybovala od 71,63 do 94,85 g/ks.

Graf č. 7: Průměrná hmotnost hlízy



Vysvětlivky ke grafu: PA 70 = plošná aplikace hnojiva 70 kg N.ha⁻¹; LA 70 = lokální aplikace 70 kg N.ha⁻¹; PA 130 = plošná aplikace hnojiva 130 kg N.ha⁻¹; LA 130 = lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹; K = nehnojená kontrola

6 Diskuze

Tato kapitola shrnuje poznatky z průběhu pokusu a výsledků, které jsou porovnány s dříve publikovanou odbornou literaturou.

Pokus byl ovlivněn nepřízní počasí v roce 2018. Nadprůměrné teploty a podprůměrné srážky byly limitujícím faktorem pro dosažení vyšších výnosů a využití potenciálů odrůdy. Od dubna do září byl úhrn srážek v místě pokusu pouze 226 mm, dlouhodobý srážkový normál v České republice za stejné období byl 414 mm. Průměrná denní teplota vzduchu od dubna do září v roce 2018 byla v místě pokusu 18,1 °C. Při porovnání s dlouhodobým teplotním normálem vzduchu v České republice lze konstatovat, že rozdíl byl o 4 °C vyšší, protože v období duben až září byl průměrný denní dlouhodobý normál teploty vzduchu 14,1 °C.

Výnos se pohyboval od 32,5 do 49,8 t.ha⁻¹. Nejnižší výnos vyšel u nehnojené kontroly. Při úrovni hnojení 70 kg N.ha⁻¹ plošnou aplikací hnojiva byl výnos 33,2 t.ha⁻¹. Varianta 70 kg N.ha⁻¹ lokální aplikací dosáhla výnosu 38,3 t.ha⁻¹. Lokální aplikace hnojiva zajistila nárůst výnosu o 16 % při stejné úrovni hnojení. Při plošném hnojení 130 kg N.ha⁻¹ byl dosažen výnos 43,4 t.ha⁻¹. Lokální aplikace 130 kg N.ha⁻¹ zajistila nejvyšší výnos 49,8 t.ha⁻¹. Při vyšší úrovni hnojení došlo k navýšení výnosu o 20 %. V pokusu, který probíhal v roce 2018 na naší rodinné farmě, došlo k navýšení výnosu o 16 – 20 %, pokud byla využita lokální aplikace hnojiv. Lokální aplikace zajišťuje rovnoměrné dávkování, snížení ztrát, snížení nákladů, navíc je vytvořen předpoklad pro výrazné snížení dávky dusíkatého hnojiva o 25 – 30 % (Vokál & Rasocha, 2002). Kasal et al. (2014) uvádí, že lokální aplikace je efektivní způsob hnojení, při kterém můžeme snížit dávku dusíku o 10 – 15 % v porovnání s plošnou aplikací při zachování výnosu a kvality hlíz. Lze předpokládat, že lokálně aplikované hnojivo je lépe využité, protože je blíže kořenovému vlášení a živiny jsou rostlinám rychleji přístupné. Kasal (2007) uvádí, že při lokální aplikaci minerálních dusíkatých hnojiv u sázení brambor se předpokládá, že rostliny využijí dodaný dusík ze 45 – 65 %, při hnojení naširoko využijí rostliny dodaný dusík z 30 – 50 %. Pickny & Grocholl (2003) publikovali, že hnojiva aplikovaná do blízkosti kořenového vlášení jsou pro rostliny lépe zpřístupněny v době jejich největšího příjmu.

Počet hlíz pod jedním trsem byl v tomto pokusu ovlivněn nepřízní počasí. Výsledky toho výnosotvorného prvku jsou značně rozkolísané. Rozdíl mezi variantami lze pozorovat v grafu, dosahoval hodnot od 12,8 do 14,6 hlíz/1 trs. Toto rozkolísání výsledků mezi jednotlivými variantami si lze vysvětlit jednak nerovnoměrnou aplikací organického hnojiva v podzimním období, rozdílnými půdními podmínkami, nebo rozdílnou zásobou živin

v půdě před aplikací základního hnojiva pod brambory. Výsledky pokusu nesouhlasí s tvrzením Vaňka et al. (2016), který uvádí, že hnojením se dá částečně ovlivnit počet hlíz.

Výnos konzumních hlíz byl 18,6 až 43,6 t.ha⁻¹. Relativní nárůst výnosu oproti kontrole se pohyboval od 26 do 134 %. To se v podstatě shoduje s výsledky Kołodziejczyka (2014), který uvádí, že se nárůst výnosu konzumních hlíz u jednotlivých variant oproti kontrole pohyboval od 66 do 140 %. Výtěžnost tržních hlíz se pohybovala od 57,2 do 88 %. Nejhorší výtěžnost měla nehnojená kontrola, pouze dříve zmíněných 57,2 %. Rozdíl tohoto ukazatele mezi variantou s lokální aplikací 70 kg N.ha⁻¹ a plošnou aplikací 130 kg N.ha⁻¹ byl pouze 3,1 %. Nejlepší výtěžnost měla varianta s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹. Nízká výtěžnost a nízký výnos konzumních hlíz nejspíše souvisí s nedostatkem srážek.

Průměrná hmotnost jedné hlízy byla nejvyšší u varianty s plošnou aplikací 130 kg N.ha⁻¹ a to 94,85 g/ks. U varianty s lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹ byla průměrná hmotnost jedné hlízy 88,47 g/ks, hodnota byla nižší než u varianty s plošnou aplikací při stejné úrovni hnojení, nejspíše z důvodu většího nasazení hlíz pod jedním trsem. Při dávce 70 kg N.ha⁻¹ byla průměrná hmotnost jedné hlízy 71,63 g/ks u varianty s plošnou aplikací hnojiva a 82,4 g/ks u varianty s lokální aplikací hnojiva. Dle mého názoru tento ukazatel nejvíce ovlivnil nedostatek srážek. Vaněk et al. (2016) uvádí, že průměrnou hmotnost hlízy můžeme částečně ovlivnit hnojením, dále tento ukazatel ovlivňuje především rozložení srážek, které tak výrazně působí na velikost hlíz.

Na základě provedeného pokusu bych doporučil následující opatření pro přenesení do praxe. Výhodu lokální aplikace hnojiva při pěstování brambor spatřuji především ve snížení základní dávky minerálního hnojiva (snížení nákladů na jednotku plochy), ušetření jednoho přejezdu po poli s traktorem a rozmetadlem průmyslových hnojiv (omezení utužení půdy), lepší využití dodaných živin z hnojiva a v neposlední řadě také omezení vyplavení nitrátů, v jehož důsledku by mohlo snadno dojít ke kontaminaci spodních vod. Nevýhodou této technologie hnojení je zvýšení nákladů na techniku pro pěstování brambor (nutnost pořízení aplikátoru na hnojiva), nebo použití traktoru s vyšším výkonem, protože přídavný aplikotár zvýší potřebu tahové síly.

7 Závěr

Na základě této práce a získaných výsledků lze stanovit následující závěry:

- Aplikace základního dusíkatého hnojiva měla pozitivní vliv na výnos brambor. Nárůst výnosu oproti nehnojené kontrole se pohyboval od 2 do 53 % dle konkrétní varianty.
- Stejně dávky dusíku zvýšily výnos, pokud bylo hnojivo aplikováno lokálně. U varianty 70 kg N.ha⁻¹ se projevil nárůst mezi plošnou a lokální aplikací zvýšením výnosu o 16 %. U varianty s plošnou a lokální aplikací 130 kg N.ha⁻¹ byl zaznamenán nárůst výnosu o 20 %.
- V této práci se neprojevil vliv základního dusíkatého hnojení na celkový počet hlíz pod jedním trsem. Vliv základního dusíkatého hnojení se ovšem promítl v počtu konzumních hlíz.
- Výtěžnost konzumních hlíz se pohybovala od 57,2 do 88 %. Lokální aplikace hnojení zvýšila výtěžnost o 11,2 % u varianty 70 kg N.ha⁻¹ a o 3,2% u varianty 130 kg N.ha⁻¹.
- Využití v praxi by mohla mít lokální aplikace hnojiv především v bramborářské výrobní oblasti, kde jsou brambory pěstovány na lehkých a promyvných půdách. Je zde vyšší riziko vyplavení nitrátů a následné kontaminace spodních vod. Tato technologie umožňuje snížení dávky hnojiva při základním hnojení při zachování stejné úrovně výnosu, v důsledku snížení dávky je zde i ekonomický efekt a ušetření jednoho přejezdu po poli.
- Výsledky této práce je třeba považovat pouze za orientační, protože to jsou výsledky pouze z jednoletého pokusu. Využití živin z hnojiva je také silně ovlivněno povětrnostními podmínkami roku 2018.

8 Literatura

Baier J. 1982. Výživa rostlin v soustavě hnojení. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství a výživy ČSR, Praha.

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

Baier J, Smetánková M, Baierová V. 1988. Diagnostika výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství a výživy ČSR, Praha.

Baligar V C, Fageria N K, He Z L. 2007. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **32**: 921-950.

Beukema H P, Zaag D E. 1990. Introduction to potato production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.

Bélanger G, Walsh J R, Richards J E, Milburn R H, Ziadi N. 2001. Tuber growth and biomass partitioning of two potato cultivars grown under different N fertilization rates with and without irrigation. *American Journal of Potato Research* **78**: 109 – 117.

Cinek O. 2018. Draslík na list podporuje výnos a kvalitu okopanin. *Úroda* **66**: 28 – 29.

Černý J, Kulhánek M, Vašák F, Shejbalová Š. 2012. Hořčík, často opomíjený prvek ve výživě. *Zemědělec*. Available from <https://zemedelec.cz/Horcik-casto-opomijeny-prvek-ve-vyzive/> (accessed October 2018).

Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2018. Hnojení ozimé řeky na podzim. *Agromanual, České Budějovice*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repy-na-podzim> (accessed October 2018).

Errebhi M, Rosen C, Gupta S, Birong D. 1998. Potato Yield Response and Nitrate Leaching as Influenced by Nitrogen Management. *Agronomy Journal* **90**: 10 – 15.

Gopal J, Khurana S M P. 2006. Handbook of Potato Production, Improvement, and Postharvest Management. The Haworth Press, New York.

Grzebisz W, Čermák P, Roco E, Szczepaniak W, Potarzycki J, Fuleky G. 2017. Potassium impact on nitrogen use efficiency in potato – a case study from the Central-East Europe. *Plant Soil Environment* **63**: 422 – 427.

Haeder H E, Mengel K, Forster H. 1973. The effect of potassium on translocation of photosynthates and yield pattern of potato plants. *Journal of the science of Food and Agriculture* **24**: 1479-1487.

Hamouz K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Havelka B, Jurčík F, Barák K. 1980. Výživa a hnojení rostlin. Ediční středisko VSŽ, Brno.

- Houba M. 2003. Sadba brambor. Nakladatelství MH. Beroun.
- Janecký I. 2017. Draslík – nepostradatelný, ale podceňovaný. *Úroda* **65**: 16 – 17.
- Jong H D, Sieczka J B, Jong W D. 2011. *The Complete Book of Potatoes*. Timber press, London.
- Kasal P. 2007. Možnosti aplikace minerálních dusíkatých hnojiv u brambor. *Úroda* **55**: 60 – 61.
- Kasal P, Čepl J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Růžek P, Kusá H, Čepl J. 2014. Metodika technologie pěstování brambor se zaměřením na vyšší efektivnost hnojení a ochranu vod. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Klír J, Kunzová E, Čermák P. 2008. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kolářík J, Prudík J. 1952. Všeobecné pěstování rostlin: výživa rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Kołodziejczyk M. 2014. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on potato yielding. *Plant Soil Environment* **60**: 379 – 386.
- Kumhála F, Heřmánek P, Mašek J, Kvíz Z, Honzík I. 2007. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Kunzová E. 2009. Výživa rostlin a hnojení fosforem. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kunzová E. 2010. Výživa rostlin a hnojení draslíkem. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Lošák T. 2014. Uplatnění dusíku a hnojiva s inhibitorem ureázy při hnojení brambor: certifikovaná metodika. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Maidl F X, Brunner H, Stickel E. 2002. Potato uptake and recovery of nitrogen ¹⁵N-enriched ammonium nitrate. *Geoderma* **105**: 167-177.
- Marouani A, Behi O, Ammar H, Sahli A, Jeddi F. 2015. Effect of various sources of nitrogen fertilizer on yield and tubers nitrogen accumulation of Spunta potato cultivar (*Solanum tuberosum* L.). *Journals of New Sciences* **13**: 399 – 404.
- Mayer V, Fér J. 2007. Sazení s lokálním přihnojením. *Zemědělec*. Available from <https://zemedelec.cz/sazeni-s-lokalnim-prihnojenim/> (accessed November 2018).
- Mayer V, Růžek P, Kasal P, Vejchar D. 2009. Technologie lokální aplikace minerálních hnojiv a přípravků při pěstování brambor: metodická příručka. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha.

- Mehmet S, Metin Z T, Tanju A G. 2008. Response of Potato (*Solanum tuberosum* L.) to Green Manure Cover Crops and Nitrogen Fertilization Rates. *American Journal of Potato Research* **85**: 390 – 391.
- Millard P, Marshall B. 1986. Growth, nitrogen uptake and partitioning within the potato (*Solanum tuberosum* L.) crop, in relation to nitrogen application. *The Journal of Agricultural Science* **107**: 421 – 429.
- Neeteson J J. 1990. Development of nitrogen fertilizer recommendations for arable crops in the Netherlands in relation to nitrate leaching. *Fertilizer research* **26**: 291 – 298.
- Petr J, et al. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Pickny J, Grochollm J. 2003. 10 Jahre Unterfussungung. *Kartoffelbau* **54**: 93 – 95.
- Procházka S, Macháčková I, Krekule J, Šebánek J. 1998. Fyziologie rostlin. Akademie věd České republiky, Praha.
- Richter R, Hlušek J. 1996. Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Richter R, Římovský K. 1996. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Richter R, Hřivna L. 2008. Význam mimokořenové výživy rostlin. *Zemědělec*. Available from <https://zemedelec.cz/Vyznam-mimokorenovy-vyzivy-rostlin/> (accessed October 2018).
- Rosen C J, Bierman P M. 2008. Potato Yield and Tuber Set as Affected by Phosphorus Fertilization. *American Journal of Potato Research* **85**: 110 – 120.
- Rubin B A. 1964. Fyziologie rostlin. Akademie - Československé akademie věd, Praha.
- Rybáček V, et al. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Smatanová M. 2016. Vliv organominerálního hnojení a osevního postupu na výnos brambor. *Úroda* **64**: 34 – 36.
- Škarpa P, Richter R, Ryant P. 2015. Mimokořenová výživa je součástí hnojení rostlin. *Agromanual*, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/mimokorenova-vyziva-je-soucasti-systemu-hnojeni-rostlin> (accessed October 2018).
- Štefánek F. 1999. Pěstování brambor, praktická příručka pěstitele. Sativa Keřkov, Havlíčkův Brod.
- Šrek P, Hejzman M, Kunzová E. 2010. Multivariate analysis of relationship between potato (*Solanum tuberosum* L.) yield, amount of applied elements, their concentrations in tubers and uptake in a long-term fertilizer experiment. *Field Crops Research* **118**: 183 – 193.
- Trávník K. 2010. Metodický návod pro hnojení plodin. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.

- Vaneková Z. 1991. Pěstování raných brambor. Květ, Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha.
- Vokál B, Rasocha V. 2002. Chyby v agrotechnice brambor. Úroda **50**: 4 – 6.
- Vokál B, Čepl J, Hauvaster E, Rasocha V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing, Praha.
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Domkařová J, Hausvater E, Rasocha V, Diviš J, Hamouz K. 2004. Technologie pěstování brambor. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Vokál B, et al. 2004. Pěstování brambor. Agrospoj, Praha.
- Vokál B, et al. 2013. Brambory. Profi Press, Praha.
- Vos J. 2009. Nitrogen Responses and Nitrogen Management in Potato. Potato Research **52**: 305 – 317.
- Wallace T. 1951. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms: a colour atlas and guide. H. M. Stationery Off, London.
- Westermann D T, James D W, Tindall T A, Hurst R L. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Evaluating nutrient element interactions in petioles with response surfaces. American Potato Journal **71**: 249 – 265.
- Workineh G, Loha G, Hidoto L. 2017. Response of Potato (*Solanum tuberosum* L.) to Nitrogen Fertilizer Application at Angecha, Southern Ethiopia. Journal of Natural Sciences Research **7**: 5 – 14.
- Xu G, Fan X, Miller A J. 2012. Plant Nitrogen Assimilation and Use Efficiency. Annual Review of Plant Biology **63**: 153-182.
- Zabihi M R, Jamaati S S, Khayatnezhad M, Gholamin R. 2010. Quantitative and qualitative yield of potato tuber by used of nitrogen fertilizer and plant density. American Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science **9**: 310 – 318.
- Zrůst J, Jůzl M, Hlušek J, Přichystalová V. 1999. Některé výnosotvorné prvky velmi raných odrůd brambor. Vědecké práce Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod **13**: 133 – 146.

9 Seznam příloh

Tabulka č. 1: Doporučené dávky dusíku v minerálních hnojivech (podle Vokála, 2013)	22
Tabulka č. 2: Varianty v pokusu	30
Tabulka č. 3: Schéma rozmístění jednotlivých variant.....	30
Tabulka č. 4: Teplotní poměry.....	32
Tabulka č. 5: Srážkové poměry	32
Graf č. 1: Hmotnost hlíz pod jedním trsem	33
Graf č. 2: Počet hlíz pod jedním trsem	34
Graf č. 3: Výnos hlíz	35
Graf č. 4: Hmotost konzumních hlíz pod trsem.....	36
Graf č. 5: Počet konzumních hlíz pod trsem	37
Graf č. 6: Výnos a výtěžnost konzumních hlíz	38
Graf č. 7: Průměrná hmotnost hlízy	39