

Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta

ČESKÉ BUDĚJOVICE

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra rostlinné výroby

Bakalářská práce

Dusík ve výživě a hnojení vybrané odrůdy brambor

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Diviš Jiří, CSc.

Autor: Svoboda Lukáš

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá reakcí odrůdy bramboru Princess na různou úroveň hnojení. Cílem bylo porovnat vliv samotného dusíku a jeho kombinace s fosforem a draslíkem na výnos hlíz a jeho složení, obsah sušiny a škrobu. Pokus byl prováděn v roce 2012, na půdě méně typické pro intenzivní pěstování brambor v nadmořské výšce 438 m. Pokus byl ošetřován konvenčně. Byly stanoveny čtyři úrovně hnojení – nulová - kontrola, hnojení pouze N, hnojení PK a hnojení NPK. Každá varianta byla opakována třikrát. V každém opakování bylo 30 jedinců.

V pokusu byl hodnocen výnos hlíz, hmotnost a hmotnostní podíl hlíz pod a nad 40mm, počet hlíz pod jedním trsem, průměrná hmotnost jedné hlízy a obsah škrobu a sušiny. Výsledky byly porovnány se zjištěním jiných autorů.

Ve srovnání s kontrolou a mezi variantami hnojení se působení samotného dusíku ukázalo být nevhodné ve všech sledovaných ukazatelích. Lepší zhodnocení následovalo při hnojení PK. Zde byl patrný nedostatek dusíku. Odrůda Princess nejlépe reagovala na plné hnojení NPK.

Klíčová slova:

Brambory; Princess; dusík; fosfor; draslík; výnos; obsah sušiny a škrobu

Abstract

This thesis deals with a reactions of potato variety Princess at different levels of fertilization. The aim was to compare the effect of alone nitrogen and its combination with phosphorus and potassium on tuber yield and its composition, dry matter content and starch. The experiment was carried out in 2012 on land less typical for intensive potato growing at an altitude of 438 m. The experiment was treated conventionally. It was defined four levels of fertilization - zero - check, only N fertilization, PK fertilization and NPK fertilization. Each variant was repeated three times. In each iteration were 30 potato plants.

The experiment was evaluated tuber yield, mass and weight in tubers below and above 40 mm, the number of tubers in one cluster, the average weight per tuber and starch content and dry matter. The results were compared with findings of other authors.

In comparison with the control and between variants fertilization effects of nitrogen itself proved to be inappropriate in all the indicators. Better assessment of fertilization followed in the PK fertilization. There was a noticeable lack of nitrogen. Variety Princess responded to the full NPK fertilization best.

Keywords:

Potatoes, Princess, nitrogen, phosphorus, potassium, yield, starch content and dry matter content

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Literární přehled.....	9
2.1 Původ bramboru a historie pěstování.....	9
2.2 Fyziologie výnosu bramboru.....	10
2.3 Výnosotvorné prvky.....	13
2.4. Koloběh dusíku.....	15
2.4.1 Podoby dusíku v půdě.....	16
2.5 Vliv dusíku na výnos.....	18
2.7 Kumulace nitrátů v rostlině.....	19
2.8 Hnojení brambor dusíkem.....	20
2.8.1 Hnojení minerálním dusíkem.....	20
2.8.2 Specifika hnojení dusíkem podle délky vegetace a užitkových směrů.....	20
2.8.3 Výpočet dávky dusíku.....	21
2.8.4 Způsoby aplikace.....	24
2.8.5 Nitrátová směrnice.....	25
2.8.6 Poruchy ve výživě dusíkem.....	25
2.9 Fosfor.....	28
2.9.1 Fosfor v půdě.....	28
2.9.2 Hnojení fosforem.....	28
2.9.3 Význam fosforu ve výživě bramboru.....	29
2.9.4 Projevy nedostatku fosforu.....	29
2.9.5 Projevy nadbytku fosforu.....	30
2.10 Draslík.....	31
2.10.1 Draslík v půdě.....	31
2.10.2 Hnojení draslíkem.....	31
2.10.3 Význam draslíku ve výživě bramboru.....	32
2.10.4 Projevy nedostatku draslíku.....	32
2.10.5 Projevy nadbytku draslíku.....	33
3 Cíl práce.....	34
4 Materiál a metody.....	35
4.1 Charakteristika stanoviště.....	35
4.2 Charakteristika zvolené odrůdy.....	37
4.3 Založení pokusu.....	38
4.4 Ošetřování pokusu.....	39

4.5 Vyhodnocení pokusu.....	39
5. Výsledky	40
5.1 Hodnocení růstu a zdravotního stavu	40
5.2 Výnos hlíz	40
5.3 Hmotnostní podíly jednotlivých frakcí.....	41
5.4 Průměrné hmotnosti hlíz jednotlivých frakcí	43
5.5 Průměrný počet hlíz na rostlinu	44
5.6 Průměrná hmotnost jedné hlízy.....	44
5.7 Průměrný obsah škrobu.....	45
5.8 Průměrný obsah sušiny.....	46
6 Diskuze	47
6.1 Celkový výnos.....	47
6.2 Hmotnostní podíly jednotlivých frakcí.....	48
6.3 Průměrná hmotnost hlíz jednotlivých frakcí	50
6.4 Průměrný počet hlíz na rostlinu	51
6.5 Průměrná hmotnost jedné hlízy.....	51
6.6 Průměrný obsah škrobu.....	52
6.7 Průměrný obsah sušiny.....	52
7 Závěr	54
8 Citovaná literatura.....	55
9 Přílohy.....	59

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „ Dusík ve výživě a hnojení vybrané odrůdy brambor “ vypracoval samostatně na základě svých výsledku podpořených materiály, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za odborné vedení, konzultace a všestrannou pomoc během vypracování mé bakalářské práce.

1 Úvod

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Základním předpokladem pro vytvoření uspokojivého výnosu je dodat do půdy dostatečné, avšak ne nadbytečné, množství živin. Největší pozornost ve výživě brambor je věnována dusíku, fosforu, draslíku a hořčíku. Zejména dusík svým působením zvyšuje podstatně výnos, ale při přehnojení působí negativně. Ostatní prvky mají spíše kvalitativní charakter. Dusíkem se rovněž nedá hnojit do „zásoby“, jako je to v případě ostatních. Minerální dusík se aplikuje zásadně na jaře, protože z půdy je snadno vyplavuje do nižších půdních profilů, kde bez užitku pro plodinu snižuje hodnotu podzemních vod. Proto je množství a způsob aplikace tak důležitou otázkou při pěstování. Brambory nejsou plodinou hnojenou pouze minerálními hnojivy. Jsou plodinou tzv. první tratě, ke které by měla být aplikována statková hnojiva (hnůj, kejda). Při správném složení těchto organických hnojiv se jednak do půdy doplní část živin potřebných pro výnos, a pak se také dlouhodobým hnojením organickými hnojivy zlepšuje úrodnost půd, stoupá kvalita tzv. staré půdní síly, která následně zvyšuje účinnost aplikovaných minerálních hnojiv.

Brambory byly dříve podstatnou částí osevních postupů a byly brány jako zlepšující předplodiny (za předpokladu minimálního zaplevelení) z pohledu kultivace půdy a jejího postupného zúrodnování díky organickým hnojivům.

Ve výživě člověka mohou brambory hradit významnou část potřeby bílkovin, neboť jejich kvalita se pohybuje okolo 70 % z jakosti vaječných bílkovin. Jsou významným zdrojem energie a minerálních látek. Přes tyto výhody jejich spotřeby v kg/osobu a rok dlouhodobě klesá. V roce 1950 byla dosažena nejvyšší spotřeba na osobu/rok 145,9 kg, v roce 2009 naopak historicky nejnižší 64,9 kg. V současné době se v průměru pohybuje pod 70 kg. Současně s menším zájmem o konzumaci brambor a nízkou finanční efektivitou musí pěstitelé plochy omezovat. Přitom dovážené brambory nemusí splňovat vlastnosti českých odrůd, a proto by se měli spotřebitelé zaměřit na brambory vyprodukované v ČR.

2 Literární přehled

2.1 Původ bramboru a historie pěstování

Druh brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum* L.) patří do čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Původ kulturního bramboru je směřován do Jižní Ameriky, do dvou genových center. Jedno se nacházelo v Andách na území dnešního Peru a Bolívie. Pocházel odtud *Solanum andigenum* Juz. et Buk. Druhé fylogenetické centrum leželo na současném území Chile, při pobřeží pevninského Chile a ostrova Chiloe. Zde se předpokládá původ druhu *Solanum tuberosum* L. Oba dva druhy jsou velice blízké. Předpokládá se, že *Solanum tuberosum*



vzešel z *S. andigenum* při stěhování Inků na jih vlivem změněných ekologických podmínek. Po dovezení do Evropy se musel brambor nejprve aklimatizovat a opět došlo ke změně (cílený výběr) genomu. Postupně se při šlechtění používaly i jiné plané druhy r. *Solanum*. Současně je druh *Solanum tuberosum* L. tetraploid s variabilním obsahem genů ovlivňujících ranost, odolnost vůči chorobám. Plané druhy jsou využívány k zlepšení zmíněných vlastností (Rybáček, 1988).

Obr. 1 Mapa původu bramboru hlíznatého (Pulkrábek, 2003)

Na území Čech se brambory dostávaly začátkem 17. století, převážně ze Saska. Z počátku byly brambory pěstovány pro okrasu nebo využívány jako kulinární specialita. Konzumovaly se nasladko. Znaměřšími se brambory staly koncem 18. století a v 19. století byly již nedílnou součástí jídelníčku. Nejdříve se pěstováním zabývaly šlechtické velkostatky, odkud se pak rozšířily mezi selský lid. S rozšířením pěstování brambor se omezily hladomory a zlepšila se výživa nižších vrstev obyvatelstva. Brambory pomohly nastartovat intenzifikaci zemědělství. V době rozvoje pěstování brambor se začal zapojovat do osevního sledu i jetel luční. Díky dostatku píče bylo možné zvýšit stavy dobytka, více hnojit pole hnojem a zrušit neefektivní úhory (Hruška, 1974). Už za Rakousko-Uherska vznikaly pokusné stanice při zemědělských školách (Tábor aj.). Mezníkem šlechtění bylo založení Družstva českých pěstitelů zemáků v Německém Brodě v roce 1915, z něhož později vzešel dnešní Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě. Následoval vznik stanic v Keřkově, Slapech u Tábora, Pacově, Velharticích (Rybáček, 1988). V současnosti se šlechtitelé zabývají odolností rostlin proti plísni bramboru aj. chorobám.

2.2 Fyziologie výnosu bramboru

Fyziologie bramboru studuje výměnu a přeměnu látek a energie, zabývá se realizací genetické informace za určitých podmínek vnějšího prostředí, tj. studuje růst, vývoj a reprodukci. Zkoumá životní projevy bramborové rostliny od buňky až po celistvé rostliny. Růstem se rozumí nevratné přibývání hmoty spojené s činností živé protoplazmy. Růst je neoddělitelně propojen i se změnami struktury- diferenciací. Obecně se diferenciací rozumí rozlišování původních meristemických buněk na buňky specializované pro určité orgány a jejich funkce (Vokál, 2000).

Hospodářský výnos je u brambor tvořen hlízami. Hlíza je podzemní část trsu bramboru rostoucí na konci stolonu. Stolon je oddenek vyrůstající transversálně geotropicky z podzemní části stonku. Neobsahuje chlorofyl, a tak je etiolizovaný. Jeho délka je do určité míry dána geneticky, pak nakypřeností půdy a množstvím vody v období růstu. Délka souvisí i s rozmístěním hlíz okolo trsu. Po prodlužovací fázi přichází stočení (ohnutí) vrcholového pupenu. Vytváří se háčkující stolon, který začíná tloustnout v hlízu. Proces se nazývá tuberizaci (Hruška, 1974). Podle morfologického vývoje lze rozdělit tvorbu hlíz do etap (Rybáček, 1988):

1. Stolonizace, tj. indukce a růst stolonů
2. Inhibice růstu stolonů
3. Indukce a iniciace růstu hlíz

Jednotlivé fáze jsou řízeny fytohormony. První etapa souvisí s auxinem a zejména gibberelinem, v druhé etapě klesá aktivita gibberelinu a dlouhivý růst stolonů je inhibován. Vlastní tvorba hlízy je spojována jak s aktivitou cytokininů, tak s aktivitou jasmínové a abscisové kyseliny a auxinu (Vokál, 2000)

Hlíza během svého vývinu prochází fází zakládání (iniciace), růstu a dozrávání. Zakládání hlíz je dáno interakcí (souhrou) genetického založení rostliny a vegetačních faktorů (krátkodenní fotoperioda, nízké teploty). Tyto faktory mohou být příznivé pro iniciaci, ale nepříznivé pro růst hlíz nebo oba příznivé či nepříznivé (Rybáček, 1988).

Při tvorbě hlíz se uplatňují korelační vztahy mezi růstem natě a tvorbou hlíz. Obecně se existuje záporný vztah mezi růstem natě a hlíz. Když se např. podpoří růst natě brzkou závlahou, nebo aplikací N, pak je iniciace hlíz zpoždována. Naopak tuberizace je podporována, když je růst natě inhibován např. nízkými teplotami. Tuberizaci podporuje krátký den (Hruška, 1974).

Fotosyntéza

Proces fotosyntézy je základním prvkem v tvorbě výnosu rostlin. Hospodářský výnos, představovaný sušinou, je tvořen z 90-95 % právě procesem asimilace. Asimiláty ale nejsou „produkty Slunce“. Asimiláty jsou organické sloučeniny uhlíku, vodíku a kyslíku. Uhlík rostliny získávají z ovzduší při dýchání, vodík a kyslík rozštěpením molekuly vody (Rybáček, 1988). Uvedené zdroje, zejména voda je často limitním faktorem činnosti fotosyntézy.

Produkty fotosyntézy se uplatňují v rostlinách ve třech základních směrech. Část slouží jako dýchací substrát pro pokrytí energetických potřeb buněk, další část se spotřebuje k růstu nových buněk, pletiv a orgánů a zbývající část se transportuje a ukládá do zásobních pletiv (Minx a Diviš, 1994). Po celou ontogenezi probíhají všechny uvedené pochody, avšak v jednotlivých etapách se intenzita způsobů využití produktů mění. Cukry vzniklé při fotosyntéze jsou osmoticky účinnými látkami, které mohou poškodit buněčný systém listů. Proto jsou v listech i stoncích přebytky cukrů, které rostlina nemůže bezprostředně upotřebit k dýchání nebo růstu, přeměněny na asimilační škrob. V noci, kdy neprobíhá fotosyntéza, je škrob zpětně přeměňován (hydrolyzován) na disacharid sacharózu, která je transportována do podzemních orgánů, kde znovu polymerizuje a ukládá, v případě brambor do hlíz jako zásobní škrob (Hruška, 1974).

Na produkci fotosyntézy nemají vliv jen již zmíněné faktory. Proces asimilace je ovlivňován zejména výživou porostu. Rozhodující slovo má zde dusík. Není-li rostlina optimálně bramboru zásobena dusíkem, nevytvoří se dostatečná plocha olistění, kde by mohla probíhat fotosyntéza a následně hospodářský výnos bude nižší (Minx a Diviš, 1994). Olistění bramboru musí být dostatečné, ale ne nadbytečné. Při nadbytku olistění si navzájem listy stíní a nepromění potenciál asimilace ve výkon. Nejmladší listy (4-6 týdnů stáří při obsahu vody 89-91 %) mají nejvyšší možnou intenzitu dýchání, ale minimální produkci. Starší plně zelené listy při obsahu vody 85-88 % dýchají nepatrně a nejvíce asimilují. Staré nažloutlé listy (žlutozelené na $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ plochy listu) mají produkci a dýchání přibližně na stejné úrovni. Co vyrobí, to prodýchají (Rybáček, 1988).

Voda

Voda je limitujícím faktorem všech živých organismů. Listy a stonky obsahují vody okolo 90 %, hlízy přibližně 75 %. Význam vody je několikerý. Jedna má funkci transportéru, např. škrobu z listů do hlíz nebo živin, slouží jako chemická látka pro metabolické reakce a současně reguluje teplotu rostliny. Na výnos 1 kg sušiny hlíz rostlina potřebuje 523-614 kg vody na písčité půdě, na hlinité 333-534 kg (Rybáček, 1988).

Rozdělení dešťových srážek během vegetace je velmi důležité. Přiměřené srážky ovlivňují v první polovině vegetace růst natě, v červnu až do poloviny července (podle termínu sázení a ranosti odrůdy) počet hlíz, celkově pak v druhé polovině vegetace růst a hmotu hlíz. Na výnos hlíz velmi raných odrůd mají hlavní vliv srážky koncem května a v červnu, u raných odrůd koncem června a v červenci, u poloraných a polopozdních odrůd v červenci a srpnu a u pozdních odrůd v červenci, srpnu a září. Nedostatek vláhy v období od sázení hlíz až po vzejití brambor působí na výnos příznivě (vytvoří se více kořenů, rostliny ve vegetaci lépe hospodaří s vodou). Od fáze tvorby pupat (přibližně v této době se začínají vytvářet hlízy) až do počátku fyziologické zralosti porostu (období intenzivního růstu hlíz) reagují všechny odrůdy velmi citlivě na nedostatek půdní vláhy. Růst je nedostatkem půdní vlhkosti brzděn velmi výrazně. To se týká pochopitelně i růstu listové plochy, což má za následek snížený asimilační výkon a tím i nižší výnos hlíz (Vokál, 2000).

Ve fázi intenzivního nárůstu hlíz a translokace asimilátů z natě do hlíz je vysoká pozitivní korelace mezi srážkami a výnosem. Sucho a vysoké teploty v této fázi jsou škodlivé a ve vztahu k délce vegetačního období odrůdy je to jedna z hlavních příčin nízkých výnosů. Závlaha je v tomto období růstu porostu nejefektivnější.

Pěstitelem ovlivnitelný faktor výnosu je **hnojení**. Pro tvorbu výnosu má rozhodující význam a přímo ovlivňuje např. množství fotosynteticky aktivních listů (N), nebo odolnost rostlin vůči plísni bramboru. Téma výživy bramboru je natolik závažné, že bude rozebráno v následujících kapitolách.

2.3 Výnosotvorné prvky

Jak již bylo naznačeno, výnos je výslednicí vztahů faktorů vnitřních a vnějších, z nichž část je ovlivnitelná pěstitelům. Poznatky o produkci výnosu lze shrnout v následujících bodech (Rybáček, 1988):

- biologickou hodnotou sadby
- správnou a dostatečnou výživou
- vytvořením muhutného kořenového systému (dosah živin a vody)
- procesem fotosyntézy a jejích charakteristik

Úroveň výnosu je spoluurčována čtyřmi základními faktory (Minx a Diviš, 1994):

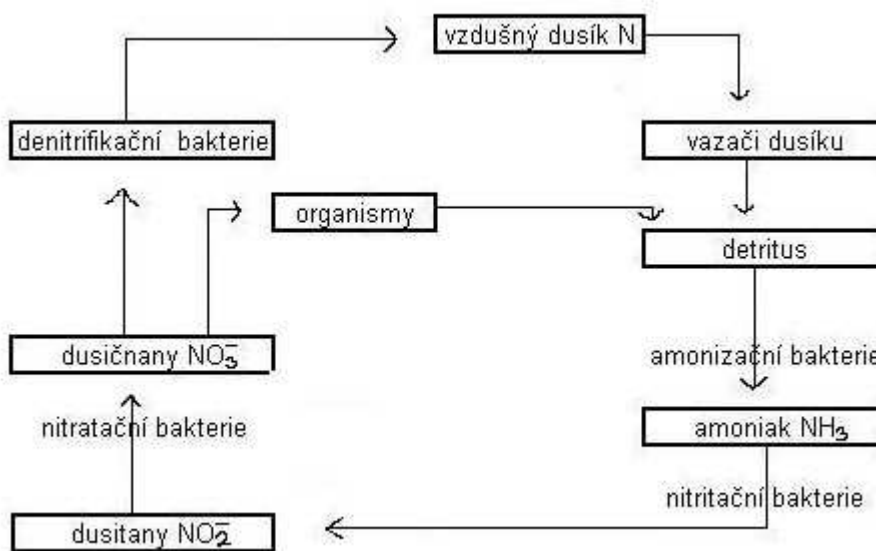
- **počtem rostlin na jednotce plochy.** Počet jedinců na hektar podmiňuje ostatní faktory. Počet rostlin je dán počtem vzejitých rostlin po redukci hlíz nemocných z celkového množství vysázených jedinců. Obvykle se pohybuje mezi 40-55000 ks/ha ve sponu 75-90 cm x 30-35 cm. O počtu z pěstitelského hlediska rozhoduje i velikost sadbových hlíz, jejich biologická hodnota a i směr pěstování. Sadbové mají hustější spon výsadby.
- **počtem stonků.** O počtu stonků jedné rostliny rozhoduje přímo použitá sadba a její genetický potenciál. Počet stonků je určen počtem aktivních klíčků, který je ovlivnitelný teplotou skladování. Skladovací teploty nad 7 °C podporují apikální růst. I když porosty z takto skladovaných hlíz mají rychlejší vývoj, mají menší počet stonků, tím i hlíz, které dosahují vyšších hmotností. Sadba skladovaná mezi 2-4 °C má předpoklad správného vývoje (Minx a Diviš, 1994). Počet stonků na trs se obvykle pohybuje mezi 3-8 ks (Pulkrábek, 2003).
- **počtem hlíz.** Obyčejně se pohybuje v rozmezí 10-14 kusů na rostlinu. Jejich počet záleží na počtu stonků, průběhu počasí v době nasazování hlíz, na výskytu chorob a škůdců a i genetickém potenciálu odrůdy. Počet hlíz na jednotce plochy se dá ovlivnit zvýšením hustoty porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a omezováním vlivu škodlivých činitelů v průběhu vegetace. (Pulkrábek, 2003). Vliv na počet hlíz má především rozložení srážek od výsadby po období nasazování a dynamického růstu hlíz (červen a srpen) za předpokladu dodržení agrotechnických pravidel a sponu výsadby Čepl, 1996). Počet hlíz je limitující faktor, který při jeho nízké hodnotě není možné kompenzovat (Rybáček, 1988).

- **hmotností hlíz.** Se zvyšující se hmotností hlíz stoupá i celkový výnos. Hmotnost hlíz je dána intenzivní fotosyntézou. Všechny choroby a poškození tak snižují potenciál výnosu. Je žádoucí, aby porosty vzcházely co nejdříve (pozor na jarní mrazíky), aby maximálně využily periodu dlouhého dne. V hustých sponech je vyšší výskyt hlíz s nižší hmotností. Naopak v řídké výsadbě odrůdy s geneticky nízkým počtem založených hlíz (+ vliv stanoviště, hnojení a ročníku) je velký předpoklad pro přerůstání hlíz. Vzdálenost řádku 75 cm prokazatelně zvyšuje hmotnost hlíz (Rybáček, 1988).

Výnosové prvky jsou spojeny korelačními vztahy. Existuje například pozitivní korelační vztah mezi počtem trsů na hektar a výnosem hlíz. Čím více stonků, tím více hlíz. Právě zde se uplatňuje negativní vztah, že se zvyšujícím se počtem hlíz na jeden trs klesá hmotnost jedné hlízy (Pulkrábek, 2003). Vaněk (2007) uvádí, že výživa všemi prvky ve fyziologickém poměru působí pozitivně na počet hlíz. Zároveň říká, že příznivé rozdělení srážek působí výrazně na velikost hlíz. Na pozitivní vliv fosforu na počet hlíz poukazují Míča a Vokál (1995a).

2.4. Koloběh dusíku

Dusík je biogenním prvkem Země, který má v životě organismů nezastupitelnou úlohu. Největší význam má dusík zastoupený v atmosféře, kde tvoří většinový podíl vyčíslený na 78 % objemových procent. V atmosféře se dusík převážně vyskytuje jako dvouatomová molekula N_2 . Taková forma dusíku je však rostliny přímo nepoužitelná. Plynná podoba dusíku N_2 je fixována symbiotickými bakteriemi (rod. *Rhizobium*) žijících na kořenech bobovitých rostlin (Fabaceae) (Kincl, 2000). Celkový obsah dusíku v orniční vrstvě většiny půd v ČR se pohybuje mezi 0,1- 0,2 % a je téměř všechen vázán ve formě organických sloučenin (95-98 %) (Míča a kol., 1991). „Rostliny přijímají dusík v podobě kationtu amonného (NH_4^+), nebo aniontu nitrátového (NO_3^-)“, v menším množství močovinu a aminokyseliny (Havelka a kol., 1979). Obě vznikají rozkladem organických látek obsahujících dusík. Prvním produktem mineralizace je amonizací vzniklá amonná forma, na ní může navazovat nitrifikační proces produkující nitrátový iont. Reakce se účastní jak bakterie (*Bacterium vulgare*, *mezentericus*), tak i plísňe (*Aspergillus*, *Penicillium*) (Richter a Hlušek, 1994). Aktivitu mikroorganismů podporuje dostatečné provzdušnění půdy, vlhkost půdy, příznivá reakce pH (6-7) nebo např. dostatek fosforu jako limitující stavební prvek těl mikroorganismů (Baier, 1985).



Obr. 2 Koloběh dusíku v prostředí (Vlastník, 2004)

Rychlost mineralizace organicky poutaného dusíku je silně podmíněna poměrem prvků C:N (optimum 20:1), při vyšším poměru (nad 30:1) mineralizace probíhá pomalu. Taková situace se může stát při neošetření zaorávané slámy dusíkem ať průmyslového, nebo organického původu (Ledvina a kol., 2000). Petr (1989) uvádí, že na biologicky činných půdách se mobilizuje až 60 kg N/ha za 1 rok.

Organická hmota neprochází pouze degradačními procesy, vzniká i nová a ta potřebuje pro svou stavbu zejména amonný dusík, vázaný především do těl mikroorganismů. V půdě jsou činné i bakterie denitrifikační (Baier, 1962). Jejich přežití je založeno na redukci nitrátu na volný dusík nebo různé oxidy dusíku, které nemají pro přímou výživu rostlin žádný význam. Způsobují tak ale škody, jejich činností se může průměrně půda ochudit až o 8 % min. N a až o 20 % N z hnojiv (Richter a Hlušek, 1994)

2.4.1 Podoby dusíku v půdě

Amonný iont

V půdním roztoku je iont amoniakálního dusíku ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) zastoupen jen v nepatrném množství jako amonná sůl, která je okamžitě využitelná pro rostliny. Amoniakální dusík se částečně nachází ve výměnné formě a po jeho vytěsnění z výměnného sorpčního komplexu může být rostlinami rovněž využíván. Určitý podíl NH_4^+ je také fixován do krystalové mřížky jílových minerálů, nejvíce illitem, nejméně kaolinitem. Další podíl je imobilizován biologickou sorpcí, jejíž stav není stálý, ale přímo úměrný počtu a aktivitě nitrifikačních organismů (Richter a Hlušek, 1994).

V půdách mikrobiálně aktivních je obsah NH_4^+ malý, protože je dále nitrifikován. Větší momentální zastoupení NH_4^+ se proto nachází v půdách méně biologicky aktivních, těžkých, kyselých a zamokřených. V takových půdách se doporučuje používat ke hnojení ledkové formy dusíku. Příjem amonia převládá v neutrálních až zásaditých půdních podmínkách. Při extrémní výživě amonným iontem se dostavuje nižší příjem většiny iontů, zvláště kationtů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ a utlumuje příjem nitrátového iontu (Baier a kol., 1988).

Při nízkých koncentracích NH_4^+ dusíku v půdním roztoku lze vysledovat, že tato forma je pro rostlinu přijatelná bez požadavků na energii (ATP), neboť asimilace NH_4^+ předpokládá pro metabolické použití pouze odštěpení vodíku z kationtu. Odštěpený dusík je vylučován do půdního roztoku, který tak okyseluje (Havelka a kol., 1979). Jednostranná výživa amonným dusíkem vede k alkalizaci buněk, ve kterých se postupně blokuje fotosyntetická fosforylace a dýchání. Rostlině dochází sacharidy a trpí jejich nedostatkem, následně je otrávena nahromaděnými amidy a amoniakem (Richter a Hlušek, 1994).

Dusičnanový iont

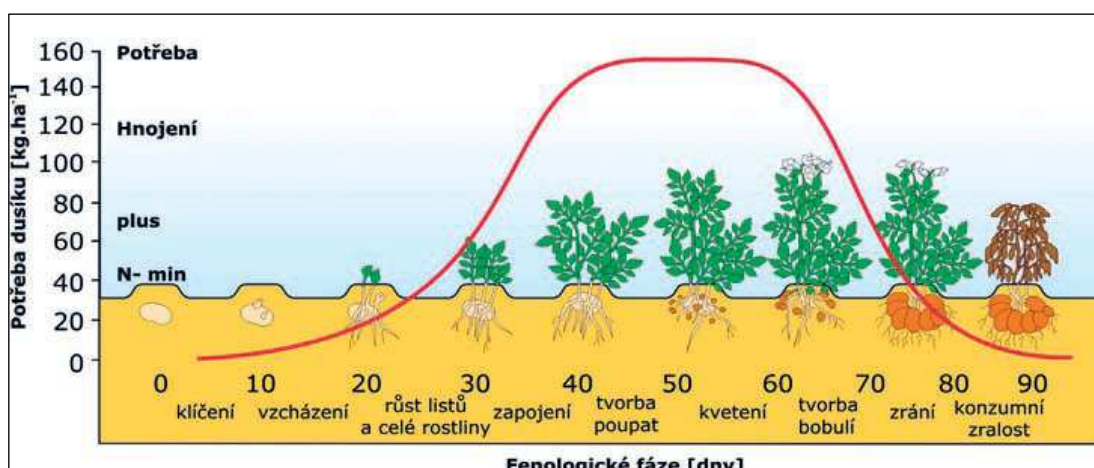
Dusičnanový iont pro rostlinu bramboru má největší význam (Diviš a Švajnerová, 2008). Kořeny je přijímán aktivně ve směru elektrochemického gradientu (Baier a kol., 1988). Na poměr příjmu nitrátové a amoniakální podoby dusíku má vliv půdní kyselost. Při pH 6,8

se poměr mezi příjmem amonného a dusičnanového iontu vyrovnává, v kyselější půdě je rostlinami upřednostňován příjem nitrátového dusíku. Při jednostranné výživě NO_3^- je zvýšena syntéza organických iontů v rostlině a tím je stimulován příjem kationtů, hlavně draslíku a vápníku do rostliny (Richter a Hlušek, 1994). Ještě dříve, než může být dusík rostlinou zužitkován, musí projít dvojím procesem redukce. Redukce probíhá majoritně v tenkých kořincích, při nedostatku redukujících látek v kořenech pokračuje redukce v nadzemních orgánech rostliny (Minx a Diviš, 1994). První stádium redukce NO_3^- na NO_2^- probíhá v cytoplazmě buněk za pomoci enzymu nitrátoreduktázy, druhá fáze redukce je katalyzována nitritoreduktázou a mění NO_2^- na NH_3 (Havelka a kol., 1979). Převaha dusičnanového iontu nezpůsobuje žádná omezení pro ostatní prvky. Vznikající ionty OH^- mohou být použity v rostlině nebo převedeny do živného prostředí, a tak zvyšovat jeho pH. (Baier a kol., 1988). Aktivita nitrátoreduktázy není konstantní. Ovlivňuje ji genotyp, stáří rostliny, světlo, minerální výživa aj. (Míča a kol., 1991). Při velkém nadbytku dusičnanů se asi 30-50 % redukuje v kořenech a zbylá část přechází do natě, kde mohou být redukovány (Minx a Diviš, 1994).

2.5 Vliv dusíku na výnos

Hnojení a výživa dusíkem je jedním z intenzifikačních faktorů při pěstování brambor s významným podílem na výši hospodářského výnosu a jeho jakosti. „Základním předpokladem pro vysoký hospodářský výnos brambor je asimilační schopnost (Hruška 1974, Haberland 2012).“ Dusík podporuje růst listů a tvorbu chlorofylu (N je jeho součástí) schopného fotosyntézy. Na 1 kg listové hmoty připadá 1,23-3,38 g chlorofylu. (Rybáček, 1988). Podstatou fotosyntézy je přeměna energie záření na energii chemickou do podoby škrobu. Existuje souvislost mezi intenzitou hnojení a intenzitou fotosyntézy. Nedostatek některého z hlavních prvků (N, P, K) zpravidla snižuje intenzitu fotosyntézy. Kromě výživy ovlivňuje intenzitu fotosyntézy teplota půdy a vzduchu, zásobení vodou nebo délka slunečního záření (Hruška, 1974).

Bramborový trs přijímá živiny téměř po celou vegetační dobu (Vokál, 2000). Do začátku kvetení přijme rostlina asi 80 % všech přijímaných živin. Nejrychleji přijímá rostlina draslík, potom dusík a nejpomaleji fosfor (Rybáček, 1988). Dusík má přímý vliv na výnos a kvalitu brambor, ale se zvyšující se dávkou klesá jeho účinnost. Vokál (2000) uvádí, že u dávek 50 kg N/ha připadá na 1 kg dusíku přírůstek výnosu kolem 100 - 120 kg hlíz, ale u dávek nad 120 kg N/ha již jenom 20-30 kg hlíz. Dávka do 120 kg N zvyšuje celkový výnos hlíz, snižuje podíl frakce pod 35 mm, ale zároveň může zvyšovat podíl hlíz nad 7 cm hlíz nad 70 mm, takové hlízy se sice pokládají za konzumní, ale jejich vlastnosti po zpracování nemusí splňovat jakostní požadavky a varné určení odrůdy (Bárta a Diviš 2003, Al-Rashdan, 1994). Dupuis a kol. (2009) prováděli pokus s rostoucími dávkami dusíku a také došli k závěru, že se stupňující se dávkou se zvyšuje podíl hlíz nad 40 mm.



Obr. 3 Potřeba živin ve vztahu k fenologické fázi (Maier, 2009)

2.7 Kumulace nitrátů v rostlině

Dusičnany se v rostlinných organismech hromadí ve větším množství v těch případech, kdy přijatý dusík nestačí využít na tvorbu aminokyselin a následující proteosyntézu bez zjevného toxického poškození rostliny (Minx a Diviš, 1994). Rostlina ukládá přijatý nitrát do metabolického „meziskladu“, kde je redukován a následně převeden do vakuol, odkud je vydáván, případně kumulován (Richter a Hlušek, 1994).

Kumulace dusičnanů je vlastně nesoulad mezi příjmem a jeho aktuálním upotřebením v rostlinném organismu. Kumulace dusičnanů vrcholí ve fázi plného květu, kdy rostlina bramboru přijme většinu živin. Ke konci vegetace obsahují hlízy už jen $\frac{1}{3}$ množství dusičnanů z období plného květu. Největší vliv ke kumulaci se přikládá stanovišti (85,2 %), vlastnostem odrůdy (5,4 %), délce vegetace (Rybáček, 1988). Rovněž i množství srážek může sehrát vliv na vyšší kumulaci nitrátů. Za suchého počasí a vyšší teploty bývá obsah dusičnanů vyšší v hlízách (Wadas a kol., 2005). Množství kumulovaných dusičnanů ovlivňuje i délka vegetační doby, odrůdy velmi rané a rané jsou ke kumulaci náchylnější. Se vzrůstajícím dusíkatým hnojením kromě bílkovin stoupá i podíl nebílkovinných látek – dusičnanů aj. (Míča a Vokál, 1997). S uvedeným názorem se ztotožňuje i Bárta a kol. (2000a), který navíc uvádí, že náchylnost podmiňuje nadměrné dusíkaté hnojení, nebo její opožděná aplikace. Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách limituje obsah nitrátů u hlíz sklizených do 15. 7. na hodnotu nejvýše 300 mg/kg čerstvé hmoty, u ostatních do obsahu 200 mg/kg (Zrůst, 2003).

Samotné nitráty nejsou téměř škodlivé. Škodlivé jsou dusitany vznikající v zažívacím ústrojí, které mají schopnost se vázat na krevní hemoglobin, ve kterém zoxidují dvoumocné železo na trojmocné, vzniká methemoglobin neschopný vázat kyslík (Bárta a kol., 2000a). Nejcitlivější jsou kojenci. Pro ně je uváděna toxická dávka 100 mg a pro dospělého člověka 6 g (Richter a Hlušek, 1994). Jestliže dusitany zreagují se sekundárními aminy, vzniknou nitrosaminy, z nichž část je považována za karcinogenní (Míča a kol., 1991). Obsah dusičnanů v hlízách se může i po sklizni snížit. Po 180 dnech skladování se obsah dusičnanů snižuje asi o 20 %. Tepelná úprava je schopná, podle jejího typu, omezit množství dusičnanů na 40-80% z celkového množství určeného při sklizni (Rybáček, 1988).

2.8 Hnojení brambor dusíkem

2.8.1 Hnojení minerálním dusíkem

Dusíkatá hnojiva se zásadně aplikují na jaře, protože při podzimní aplikaci by se značná část dusíku splavila bez využití do nižších vrstev půdy. Při obvyklém průběhu zimy se může splavit z ornice až 70 kg/ha (Baier, 1985). Obvyčně celá dávka nebo 80-90 % plánované dávky se zapraví do půdy při kypření před sázením (Hamouz, 1994). Obecně se uvádí, že aplikaci je možné provést i při sázení, proorávce na slepo a nejpozději při vyznačování řádků rostlinami, tj. do období květu. Nejvhodnější je však provést aplikaci před výsadbou (Diviš, Švajnerová, 2008).

Doporučuje se používat amonnou formu N, protože ta má schopnost být alespoň částečně vázána do sorpčního komplexu a je tak méně mobilní (Richter a Hlušek, 1994). Pro omezení nitrifikačních pochodů za účelem prodloužení využitelnosti dodaného dusíku v půdě se používají inhibitory nitrifikace. Podobným způsobem pracuje inhibitor ureázy, který tlumí intenzitu přeměny amidového dusíku (močovina) na amonný. Pro brambory jsou tyto omezovače přeměn vhodné jak pro plošnou, tak lokální aplikaci. U brambor se obvyčně používá před výsadbou síran amonný, lze aplikovat i močovinu, nebo kombinovaná vícesložková hnojiva, případně DAM 390 (Kasal a kol., 2010). Takové hnojení působí velice rychle a účinně, navíc se vjezd do porostu kvůli přihnojení může sloučit s ošetřením fungicidy (Vaněk, 2002). Přihnojení pevnými hnojivy (ledek vápenatý) není tak rychlé a účelné jako kapalná močovina. Foliární přihnojení však nikdy plně nenahradí nedostatky vyhnojení půdy, které je prvořadé (Kasal a Čepl, 2003). Existují však případy, kdy jsou pevná hnojiva vhodnější. Pevné hnojivo se aplikuje při poškození porostu mrazem nebo kroupami. Případná aplikace močoviny na list by porostu nepomohla, spíše by vyvolala další šok. Mezi dusíkatými hnojivy běžného prodeje není z hlediska fyziologie bramboru žádný rozdíl, výběr hnojiva spíše ovlivňuje půdní charakteristika.

2.8.2 Specifika hnojení dusíkem podle délky vegetace a užitkových směrů

Při určování množství aplikovaného dusíku se vychází ze zjištění přímo úměrného vztahu mezi délkou vegetační doby brambor a množstvím živin potřebných k výnosu. Rané brambory nemají možnost přijmout živiny postupně uvolňované mikrobiální činností v půdě (z hnoje), proto potřebují vyšší dávky dusíku, popř. i draslíku k uspokojivému výnosu (Hruška, 1974). Pozdní brambory vyžadují vyšší dávky fosforu, aby vyrovnal účinku dusíku nebo alespoň draslíku uvolňovaného ze statkových hnojiv (Vokál, 2000).

U **sadbových porostů** se volí nižší dávky dusíku z několika důvodů. Jednak se požaduje vysoký podíl hlíz do 80 g, za druhé včasné vyzrávání a sklizeň bez průtahů, které vystavují

porost delší dobu pro možný přenos virových chorob. Požadují se hlízy zdravé, s vysokou biologickou a sadbovou hodnotou (Kasal, 2010). U **konzumních brambor** jsou sledovány i organoleptické vlastnosti. Dusík se na nich podílí velkou měrou. Přiměřený obsah škrobu podmiňuje moučnatost hlíz, při příliš vysokém obsahu škrobu se stávají hlízy rozvářivými (Míča a Vokál, 1995). Dusík do určité dávky zvyšuje pevnost hlíz, obsah bílkovin a následně tak i lojovitost (Hamouz, 2007). U konzumních brambor záleží kromě výšky výnosu také na dobré úrovni konzumní hodnoty hlíz (chuť, vůně, konzistence, barva a celkový vzhled) (Hruška, 1974). Chuť kvalitních konzumních brambor vypovídá o poměru dusíku, draslíku a mikroelementů. Při převaze dusíku nad ostatními makroprvky dochází k zhoršení vnitřní kvality hlíz-snížení obsahu sušiny, snížení škrobnatosti nebo vyšší zastoupení nebílkovinných molekul (Míča a Vokál, 1997). Zvýšení nebo snížení dávky N by proto mělo doprovázet úpravu poměru mezi N:P=1:0,5 (Vokál, 2000). **Brambory pro zpracování na škrob** by měly být hnojeny s ohledem na kvalitu škrobu, kterým je hlavním kritériem při výkupu pro zpracování. Dávka N by měla být tím menší, čím větší má být škrobnatost a obsah sušiny v hlízách, nebo tím větší, čím větší má být hektarový výnos hlíz i škrobu. Obvykle se dávka N pohybuje mezi minimální dávkou pro sadbu a maximální pro konzumní brambory (Čepl, 2005).

2.8.3 Výpočet dávky dusíku

Na množství 10 t hlíz a natě je potřeba, aby rostlina přijala a zpracovala 40-50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 8,4kg Mg, 22 kg Ca. Brambory patří k plodinám, ke kterým se zpravidla aplikují organická stájová hnojiva (hnůj, kejda) (Čepl, 2005). Vychází-li se ze skutečnosti, že hnůj střední jakosti celkově obsahuje v 10 t hmoty zhruba 48 kg N, 11 kg P, 51 kg K, tak prvním rokem uvolní (zpřístupní) asi 17 kg N, 3 kg P a 22 kg K, v druhém roce od aplikace okolo 10 kg N, 2 kg P, 11 kg K. Z kejdy započítáváme okolo 65 % živin přímých (Baier, 1985). Diference dávek živin odvozená od dávky hnoje počítají, že čím vyšší dávka hnoje, tím intenzivněji probíhá mineralizace organického dusíku (Vokál, 2000).

Použité hnojivo a dávka	Termín aplikace	Obsah N v hnojivu	Započtený N
Hnůj skotu 40 t/ha	Na podzim	0,5% = 5 kg N/t = 200 kg N/ha	40 % = 80 kg/ha*
Granulovaná močovina 200 kg/ha	Na jaře před sázením	46 % (200x0,46) = 92 kg N/ha	92 kg N/ha
Celkový přívod dusíku k plodině			172 kg/ha**

Tab. 1 Příklad kalkulace dusíku (Vokál, 2000)

Dávka dusíku v závislosti podle dávky hnoje a kejdy (Vokál, 2000)

- * hnojivo s pomalu uvolnitelným dusíkem, 40 % celkového dusíku
- ** limit pro hnojení konzumních brambor 200 kg N/ha

Při určení předpokládané spotřeby živin se bere v potaz užitkový směr pěstování, předplodina, délka vegetační doby, obsah přístupných živin v půdě, zastoupenou v organickém hnojivu a vlastnosti a požadavky odrůd (Petr 1989, Haberland 2012). Množství dávky dusíku lze udat paušálně (60-120 kg N/ha), nebo přesněji pomocí diagnostických metod, kdy se před výsadbou zjišťuje obsah anorganického dusíku v půdě (N_{an}). Dávka se koriguje podle předpokládané spotřeby živin (40 kg N=10 t hlíz) a očekávané mineralizace během vegetace (Vokál, 2000).

$$N_p = (N_v - N_{an} - N_m) \times k_1 \times k_2$$

N_p = dávka kg N/ha v prům. hnojivech

N_v = množství živin potřebné pro předpokládaný výnos, 40 kg N= 10 t hlíz, spolu s kořáním a prýtem

N_{an} = přepočtené množství anorg. N na kg/ha v ornici pozemku

N_m = očekávané množství mineralizovaného N během vegetace, velmi rané a rané 25 kg N/ha, polorané a polopozdní 50 kg N/ha

k_1 = koeficient využití N z průmyslových hnojiv

k_2 = úprava dávky N podle užitkového směru pěstování: Množitelské porosty 0,8, průmyslové br. 1,0 a konzumní br. 1,2

Vypočítá-li se obsah min. dusíku vyšší než 30 mg/kg půdy, je možné hnojení dusíkem vypustit, nebo omezit na minimální dávku 40 kg N/ha. Při nižším obsahu N_{an} v úrovni 10-20 mg/kg, je vhodné dávku zvýšit o 10-30 kg N/ha. Při úrovni obsahu mineralizovaného dusíku do 10 mg, se doporučuje zvýšit dávku dusíku o 20-40 kg/ha (Vokál, 2000).

Výživný stav porostu je vhodné během vegetace kontrolovat. Na základě výsledků analýz (ARR, N-tester) výživného stavu porostu v období tvorby pupat se rozhodne pro případné přihnojení (Kasal a kol., 2010). Za kritickou hodnotou pro dusík se považuje hodnota 4,5 % N v sušině listů středního patra (obvyčně čtvrtý list od vrcholu) (Čepl, 2005). Je-li hodnota nižší, je třeba dusíkem přihnojit. V případě potřeby je vhodné použít nejvýše 8 % roztok močoviny (v praxi nejlepší účinnost). Spolu s tímto ošetření je možné spojit fungicidní ošetření proti plísni bramboru (Bárta a Diviš, 2004).

Intenzitu hnojení dusíkem podstatně ovlivňuje stanoviště a jeho přirozené vlastnosti. Stejná dávka dusíku nezajistí stejný výnos na různých pozemcích (Rybáček, 1988). V každé lokalitě (někdy i v rámci honu) probíhají jinou měrou mineralizační pochody v závislosti na jejích vlastnostech (viz výše).

2.8.4 Způsoby aplikace

V posledních letech se ustupuje od aplikace hnojiv na široko a převládá lokální aplikace hnojiva s technologií odkameňování (Kasal a kol., 2010). Důvody pro lokální aplikaci u odkameňování jsou zřejmé a jasné. Pokud by se dusík aplikoval plošně jako při klasické přípravě půdy, následným rýhováním a separováním by se rozprostřel do celé ornice a zůstal by tak rostlinami nevyužit protože brambory mají slabší kořenovou soustavu a v ranější fázi vývoje nemohou na dodané živiny kořeny „dosáhnout“ (Čepl, 2006).

Pro aplikaci hnojiv do hrůbku se používá pojem lokální aplikace hnojiv. Aplikace do hrůbků zvyšuje účinnost hnojiva a zvyšuje jeho využitelnost rostlinou (Amberger, 1997). Kasal (2009) uvádí, že využití minerálních dusíkatých hnojiv je při plošné aplikaci 30-50 %. Při lokálním hnojení (kapalným, i pevným) se účinnost zvyšuje na 45-65 %. Účinnost pohybující se okolo 50 % zjistili i Joern a Vitosh (1995a). Proto se jeví aplikace hnojiv do boků hrůbků při sázení jako efektivnější opatření. Hnojivo se směřuje do blízkosti hlíz, nejčastěji do obou boků hrůbku, kam spolehlivě dosáhnou i kořínky mladé rostliny bramboru. K aplikaci dusíku musíme použít kvůli lepší přesnosti použít granulované nebo kapalné formy hnojiv (Kasal a kol., 2010). Maier (2009) udává rozteč linií zapravení hnojiva minimálně 150 a maximálně 230 mm. O vzdálenosti linií se zajímal Zebarth a kol. (2006). Uvedli, že vzdálenost nad 300 mm aplikačních linií sice zvyšuje podíl frakce nad 40 mm, ale snižuje celkový výnos. Vždy je třeba dodržet požadavek na umístění hnojiva přímo do hrůbků, nikdy na jeho povrch. Problematikou se zabývali Čepl a Kasal (2006). Prováděli pokusy a srovnání mezi lokálním a plošným dávkováním kapalných nebo pevných hnojiv. Z dvouletých závěrů vyvodili, že žádná forma hnojiva při lokální aplikaci nemá v průměru podstatný vliv na výnos. Určili, že lokální aplikace zvyšuje výnos o 3,6 %. Lokální aplikace 80 kg N má stejný podíl na výnosu jako 110 kg N plošně. Při lokálním hnojení je též možné použít hnojiva s inhibitory ureázy a nitrifikace. Dusík v hnojivu se tak ochrání před vyplavením. Délka inhibice je závislá na teplotě, vlhkosti půdy a aktivitě mikroorganismů (Kasal, 2009).

Bárta a Diviš (2003) se zabývali otázkou dělené dávek ve vztahu k výnosu a frakcionalizaci hlíz. Zjistili, že není v celkovém porovnání jednotlivých odrůd podstatného rozdílu v aplikaci dusíku jednorázové nebo dělené. Dělená aplikace působí specificky podle odrůdy, stanoviště a ročníku. Uvádí nezanedbatelný vliv odrůdy a její přizpůsobivost různým ekologickým podmínkám. V jejich pokusech určili, že stejné dávky dusíku se projevují u stejných odrůd na různých stanovištích podstatně odlišně. Otázkou ne/výhodnosti dělené dávky dusíku se zabývali také Joern a Vitosh (1995b). V jejich pokusu aplikovali část dávky před sázením a část na počátku tuberizace. Pouze u malého množství opakování byl zjištěn

pozitivní efekt dělené aplikace na výši výnosu. Výsledky těchto autorů si neodporují s výsledky získaných od Bárty a Diviše (2003), nicméně pěstitel by měl v úvahu na výši výnosu brát i ostatní faktory. Jestliže je dávka dusíku pro jednorázovou aplikaci příliš velká (zhruba od 100 kg N/ha), je vhodné dávku rozdělit. Vezme-li se v úvahu, že porost začíná vegetovat přibližně za 4-6 týdnů, tak do té doby vystačí rostlině zásoby živin z hlízy. Při velké jednorázové dávce totiž hrozí nevyužití dodaného dusíku rostlinou, kdy dusík může být vyplaven nebo denitrifikován zejména na lehčích půdách (Havelka a kol., 1979). Aplikace zbývajících dusíku může prospět u slabších porostů, zejména těch poškozených mrazem (Hamouz, 2007).

2.8.5 Nitrátová směrnice

Ochranu vod, regulaci hnojiv a jejich používání legislativně upravuje tzv. nitrátová směrnice, která je součástí zákona č. 254/2001 Sb, o vodách. Zákon upravuje používání hnojiv s ohledem na dobu aplikace a klimatické zařazení lokality, na ochranu zranitelných oblastí (zdroje pitné vody, erozí ohrožené pozemky) a maximální přívod dusíku k určité plodině. Přesné znění udává Ministerstvo zemědělství ČR. Limitované dodávání dusíku je opatření proti znečištění prostředí. Pro sadbové brambory platí nejvýše povolená dávka 140 kg N/ha, pro konzumní 180 kg N/ha a pro ostatní 120 kg N/ha. Součet přívodu dusíku se počítá i z organických hnojiv. Přívod dusíku v organických hnojivech je limitován do 170 kg N/ha (Anonym VI, 2012). U hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem se započítává 40 % z celkového přívodu dusíku hnojivem a u hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem 60 % (Kasal a kol., 2010).

2.8.6 Poruchy ve výživě dusíkem

Projevy nadbytku dusíku

Nadbytek dusíku poznáme u rostlin podle sytě zelených přebujelých porostů s převažujícím dlouhivým růstem (riziko rozklesnutí natě). Vyrovnaná dávka N totiž podporuje růst listové plochy. Nadbytek N není efektivní, neboť listy si navzájem stíní a vlastně si konkurují (Vaněk, 2002).

Dusík v nadbytečném množství oddaluje tuberizaci (Diviš a Švajnerová, 2008), zároveň prodlužuje vegetační dobu a nevyzrállost hlíz při sklizni (Hamouz, 1994). Vysoké dávky dusíku snižují stupeň dormance hlíz (na skládce), čímž vznikají ztráty vydýcháním. Nepřímo se zvyšuje výskyt skládkových chorob po mechanickém poškození hlíz vzniklým při manipulaci s hlízami. Hlízy z přehnojených porostů nemají vyztáhlá pletiva a jsou méně odolná nárazům při manipulaci (Rybáček, 1988). Jednostranné hnojení podporuje výskyt nežádoucích dutých hlíz (Vokál, 2000).

Při přehnojení se dusík kumuluje až do okrajů listů, kde při překročení hranice toxicity vyvolává nekrózy, zasychání okrajů listů, až k úplnému odumření listu. I když se poškození dusíkem projevuje u obou jeho forem stejně, více toxická je amonná forma. Nekrotická toxicita je v polních podmínkách méně pravděpodobná, pokud se vyskytne, tak např. na souvratích při otáčení rozmetadla, špatném seřízení rozmetadla apod. List se vlní, protože nezvládá vytvářet dostatek kvalitní sušiny a růst je překotný (Vaněk, 2002).

Porosty s nevyváženou výživou, jednostranně dusíkem vyhnojené, jsou méně odolné vůči plísni bramboru (Hausvater, 2011). Neexistuje však přímá úměra mezi dávkou dusíku a napadením porostu. Přebujelé porosty mají bohaté olistění, které stíní průnik slunečního záření a porost je tak déle vlhký (při rose, dešti). Vlhko a teplo podporují šíření houbových onemocnění.

Příliš vysoké dávky mohou zhoršit konzumní kvalitu hlíz, zhoršit skladovatelnost a snížit škrobnatost (Diviš, Švajnerová, 2008). Na zhoršující se jakost hlíz upozornil Skrabule a kol. (2012) i Casa a kol. (2005), kteří našli, byť s nízkou průkazností, vztah mezi zhoršenou chutí a stoupající dávkou dusíku nad 120 kg/ha. Se zvyšující se dávkou dusíku klesá koncentrace kyseliny citrónové, která má stabilizační funkci v barvě sušiny (šednutí) (Rybáček, 1988).

Projevy nedostatku dusíku

Rostliny trpící nedostatkem dusíku jsou světlé zelené až žluté, zaostávající v růstu (Vokál, 2000). Světlejší barvu listů způsobuje nedostatek chlorofylu v listech. Spodní listy odumírají, neboť dusík z těchto listů se transformuje do mladších listů (Baier, 1962). Ve starších listech dojde k rozkladu chlorofylu v chloroplastech a vzniklé aminokyseliny jsou redistribuovány do mladších listů (Vaněk, 2002). Reutilizace chlorofylu je vlastně obrannou reakcí organismu ve snaze omezit nepříznivé podmínky.



Obr. 4 Projevy nedostatku dusíku (Pulkrábek, 2003)

Omezené množství dusíku přijatého rostlinou snižuje výstavbu stavebních a funkčních bílkovin, následně omezuje růst rostlin. Snižovaná plocha olistění znamená snížení fotosyntézy. Společně s omezením tvorby nadzemní hmoty dochází k útlumu příjmové kapacity kořenů (Vaněk, 2002). Vegetační doba porostu se zkracuje a dříve dozrává (Minx, 1994). Při nedostatku dusíku rostlina tak nemá možnost plně projevit svůj výnosový potenciál (Diviš, Švajnerová, 2008).

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

2.9 Fosfor

2.9.1 Fosfor v půdě

Obsah veškerého fosforu v půdách se pohybuje mezi 0,03-0,13 %. Optimální zásoba P v půdě by se podle Mehlicha (III) měla pohybovat kolem 100-125 mg/kg půdy. Brambory přijímají fosfor ve formě H_2PO_4^+ a HPO_4^{2-} . Jeho příjem je kompenzován výdejem aniontů OH^- a HCO_3^- (Vokál, 2000).

Přirozeným zdrojem fosforu v půdě je apatit v nejrůznějších formách s fluorem, chlórem nebo s hydroxylovou skupinou. V menší míře je fosfor zastoupen v minerálech tripitu (Mn) a wavelitu (Al). Podíl minerálního fosforu je v našich půdách značně rozdílný (0,8-8 mg P/kg půdy). Fosfor z hnojiv poměrně rychle reaguje s kationty vápníku, avšak na půdách s $\text{pH} \leq 5$ se daleko častěji imobilizuje při reakcích na dihydroxyl-dihydrogen fosforečnan s ionty železa nebo hliníku, který je stabilním krystalickým minerálem a pro rostliny nevyužitelný. Organicky poutaný fosfor (10-80 % z celkového P v půdě) převažuje ve fytinové podobě. Kromě té je P součástí fosfolipidů, NK aj. organických sloučenin buněk organismů. V kys. půdách převažují fytáty s železem nebo hliníkem, na zásaditých půdách s vápníkem. Fytin je však velmi málo reaktivní, a tak omezeně rostlinami využitelný. V lučních půdách organická podoba P převažuje (Richter a Hlušek, 1994).

Při jeho zvrhávání dochází ke klesání přístupného labilního fosforu a stoupá podíl chemicky vázaného stabilního fosforu, který zůstává v půdě rostlinami bez využití. K minimalizaci nežádoucího procesu zvrhávání lze doporučit pravidelné vápnění, které snižuje účinky iontů hliníku a zvyšování podílu organické hmoty v půdě, neboť zvýšený obsah org. hmoty snižuje množství chemicky vázaného fosforu v půdě (Baier, 1985).

2.9.2 Hnojení fosforem

Na půdách s $\text{pH} \leq 5$ a nízkým obsahem P je vhodné na podzim aplikovat hnojiva typu Hyperkorn společně s dávkou hnoje. Dosáhne se tak lepšího působení hnojiva, protože organická hnojiva „ochrání“ fosfor před jeho imobilizací pro rostliny. Jestliže je půda se spíše neutrální půdní reakcí, je možné aplikovat na podzim i vodorozpustný superfosfát. Pokud je půda dobře zásobena P a bude aplikována pouze udržovací dávka P, je výhodnější aplikovat superfosfát na jaře před, popř. při výsadbě. V aplikaci fosforu na jaře není nutné jeho samostatné hnojivo, ale může se využít jeho kombinace s N, popř. i K (Čepl, 2005). Je namístě zdůraznit, že P-hnojiva musí být po rozhozu zapravena, zůstanou-li na povrchu půdy, jsou jen minimálně účinná. Hruška (1974) doporučuje v půdách

s nedostatkem fosforu síranovou formu draselného hnojiva a amonnou formu dusíku. Čím je obsah fosforu v půdě nižší, tím spíše je toto opatření důležitější.

2.9.3 Význam fosforu ve výživě bramboru

Fosfor je podstatným prvkem ve skladbě rostlinného tělo. Je součástí nukleových kyselin a tím i DNA, podle něhož probíhá syntéza bílkoviny. V buněčné sloučenině ATP je uložen univerzální zdroj energie pro buňky rostlin. Fosfor zlepšuje průběh reprodukčních procesů a zvyšuje odolnost proti nízkým teplotám. Dostatečná výživa fosforem urychluje vývoj a dozrávání rostlin a podporuje rozvoj kořenového systému. Tak zvyšuje i vyšší odolnost proti suchu (Vaněk, 2002). Přímý vztah má fosfor i k jakosti výnosu. Přímou ovlivňuje obsah a kvalitu škrobu (Míča a Vokál, 1995a).

2.9.4 Projevy nedostatku fosforu

Nedostatek P způsobuje zakrnělé trsy s tuhými, od okrajů jakoby popálenými listy. Listy jsou až zelenavě zelené, často mírně do červena. Dozrávání trsů bývá opožděno. Na řezu hlíz mohou být železité skvrnky. Jeho nadbytek může snižovat příjem zinku a železa (Vokál, 2000). Při malém deficitu se nemusí nedostatek fosforu vůbec projevit. Nedostatek se neobjevuje okamžitě, ale v době, kdy není možná náprava (Baier a kol., 1988). Deficit fosforu na snížení výnosu je tím markantnější, čím dříve v ontogenezi rostliny k němu došlo.



Obr. 5 Projevy nedostatku fosforu (Pulkrábek, 2003)

2.9.5 Projevy nadbytku fosforu

Symptomy přebytku P na rostlinách v polních kulturách nejsou zpravidla rozpoznatelné a nedochází k nim (Vaněk, 2000).

2.10 Draslík

2.10.1 Draslík v půdě

Optimální hodnota množství v půdě je podle Mehlicha III 140 – 220 mg/kg půdy. Při zjištění zásob v půdě nad 300 mg/kg zeminy je možné draselné hnojení vypustit. V půdě se draslík vyskytuje v několika formách. Může být pevně vázaný (nepohyblivý), fixovaný (s omezeným pohybem), sorbovaný a vodorozpustný (Baier, 1985).

Podíl nevýměnného draslíku tvoří více než 95 % z celkového K v půdě. Nevýměnný pevně vázaný draslík se nachází v živcích, slídách a jílovitých minerálech (illit, montmorillonit a vermikulit). Druhou formu nevýměnného draslíku je fixovaná forma poutaná zvětratelnými částmi půdy- mineralizací org. hmoty nebo zvětráváním. Pod fixovaný draslík se řadí i draslík dodaný do půdy hnojením. Draslík je fixován do rozšířených mezivrstev minerálů, odkud je doplňován do půdního roztoku. Při čerpání zásob draslíku z mezivrstev jsou ionty K^+ nahrazovány ionty Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} . Tím se mřížka minerálu rozšíří a při příštím K-hnojení budou nejprve doplněny mezivrstvy a až po jejich nasycení bude K-hnojení přímo účinné pro rostliny.

Výměnný draslík zahrnuje ionty K^+ vázané fyzikálně chemickou sorpcí na povrchu půdních koloidů, odkud je vytěšňován do půdního roztoku. Rostlinami je v takové podobě draslík vyměňován za ionty vodíku, nebo nepřímo přes rovnovážný stav mezi draslíkem z půdního roztoku a draslíkem výměnným. Obsah výměnného K (z celk. obsahu K) kolísá od 0,8 % u písčitých půd k 3 % u černozemí. Vodorozpustný draslík je rostlinami lehce přijímán v podobě KCl , K_2SO_4 aj. V půdě zastupuje pouze minimální podíl (0,2-1 mmol/100 g půdy) odvislý podle nasycenosti půdy vodou, typu jílových minerálů a podle odběru plodinou. Organický podíl draslíku tvoří jen malý podíl z celkového množství K v půdě (Richter a Hlušek, 1994)

2.10.2 Hnojení draslíkem

Draslík do půdy lze doplnit v síranové a chloridové formě. Hnojení draslíkem v chloridové soli má svůj čas, stejně jako fosfor, na podzim, kdy se celá dávka zaorává společně s organickými hnojivy (Kasal a kol., 2010). Výjimky jsou příliš lehké půdy s malou sorpční schopností, kde se obvykle celá dávka zapraví před sázením. Draslík v chloridové formě by při jarním hnojení neměl být aplikován těsně před výsadbou, ale nejméně 3 týdny předem, aby se vypravil chlor (o několik dnů zpožďuje vzcházení, nepříznivě působí na škrobnatost a na obsah sušiny Kombinovaná hnojiva typu NPK aj. lze použít při jarní

aplikaci. Pokud je půda dobře zásobena draslíkem, postačí jarní aplikace draslíku spolu s ostatními živinami ve vícesložkovém hnojivu NPK (Hamouz, 1994).

2.10.3 Význam draslíku ve výživě bramboru

Je přijímán rostlinami jako K^+ a brambory jej z půdy odčerpávají ve velkém množství. Draslík se účastní celé řady buněčných reakcí. Výživa draslíkem podstatně ovlivňuje polymeraci sacharidů. Draslík také aktivuje transport asimilátů z listů k reprodukčním orgánům. Působí příznivě na syntézu vitamínů. Za přítomnosti draslíku se zvyšuje odolnost rostlin proti nízkým teplotám a suchu, ale i proti různým chorobám. V rostlině je draslík velice pohyblivý a snadno přemístitelný do aktuálního místa potřeby. Draslík také ovlivňuje otevírání průduchů (Vaněk, 2002). Vyšší obsah draslíku v hlízách podmiňuje menší zabarvení dužniny. Se vzrůstající dávkou draslíku stoupá výnos hlíz, zvyšuje se výnos škrobu, ale zároveň se snižuje škrobnatost (Vokál, 2000).

2.10.4 Projevy nedostatku draslíku

Nedostatek draslíku způsobuje tmavnutí a lesknutí lístků, starší listy se barví do bronzova. Na spodní straně listů se často vyskytují tmavohnědé skvrnky, které se slévají dohromady a způsobují okrajovou nekrózu. Objevuje se šednutí dužniny hlíz (Vokál, 2000). Jestliže nedostatek draslíku omezuje rostlinu již v počátku ontogeneze, tak dochází k omezování rozvoje kořenů, omezení transportu glycidů a syntézy bílkovin. Deficit draslíku zasahuje i do vodního režimu rostlin, protože je součástí průduchových buněk a ty při jeho nedostatku nejsou plně schopné regulovat turgor (Baier a kol., 1988).



Obr. 6 Projev nedostatku draslíku (Richter, 2004)

2.10.5 Projevy nadbytku draslíku

Nadměrné hnojení draslíkem má za následek, společně s dusíkem, bohatý růst natě (Rybáček, 1988). Přehnojení draslíkem vede k nadbytečnému příjmu rostlinou a může se projevit antagonistickými nebo synergickými účinky. Nadbytek K^+ iontů v živném roztoku potlačuje příjem Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ a mohou se projevit příznaky jejich nedostatku. Příjem Cl^- a NO_3^- naopak stoupá (Richter a Hlušek, 1994).

3 Cíl práce

Cílem práce bylo zhodnotit vliv různého způsobu aplikace prvků N, P, K na výnos hlíz, obsah sušiny a škrobu u vybrané odrůdy brambor Princess.

4 Materiál a metody

V roce 2012 byl pokus založen v lokalitě Turovec (okr. Tábor). Pozemek byl na podzim předešlého roku zpracován orbou bez organického hnojení (původně luční porost). Podle výsledku AZP je půda chudá na živiny, a pro brambory s nevyhovujícím pH reakcí a půdním druhem.

4.1 Charakteristika stanoviště

Stanoviště spadá do bramborářské oblasti s nadmořskou výškou: 438 m.n.m. Stanoviště je řazeno k mírně teplému, vlhkému regionu s ročním úhrnem srážek 650-750 mm. Průměrná teplota vzduchu vystupuje k 6-7 °C. Suma teplot nad 10° C činí 2200-2400.

Hodnocení BPEJ

Stanoviště je označeno BPEJ kódem 75411. Půda je těžká, oglejená na omezeně propustné spodině, často zamokřená. Podle BPEJ kódu hloubka půdy přesahuje 30 cm, s malou příměsí stěrku nejvýše do 25 %. Stanoviště se nachází v mírném svahu (3-7°). Expozice je všesměrně (Anonym 2, 2013).

Hodnocení zásobenosti půdy živinami

K	Mg	P	Ca	org. C	pH
mg/kg půdy				%	
104	158	11	1776	3,04	4,6

Tab. 2 Obsah prvků v půdě

Obsah přístupných živin na daném stanovišti byl stanoven podle Mehlicha III (akreditovaná laboratoř Agro-la Jindřichův Hradec). Množství přístupného hořčíku je vyhovující. Zastoupení draslíku i fosforu spadá do nejnižší kategorie, velmi nízkého obsahu. Půdní reakce je silně kyselá. Obsah vápníku podle kritérií Mehlich III spadá do kategorie nízkého obsahu. (Vostal, 1995)

Hodnocení srážkových poměrů

Tábor	Tábor, 2013	Tábor, průměr z let 1981/2010
měsíc	úhrn srážek [mm]	úhrn srážek [mm]
leden	85,5	37,0
únor	27,0	31,0
březen	11,4	43,0
duben	31,5	35,0
květen	46,7	62,0
červen	74,2	73,0
červenec	122,6	78,0
srpen	81,2	72,0
září	41,6	46,0
říjen	36,4	36,0
listopad	29,2	37,0
prosinec	69,9	39,0
rok	657,2	589

Tab. 3 Měsíčních úhrnů srážek v roce 2013 a průměru z let 1981/2010 (CHMI, 2013)

Lednové úhrny srážek roku 2012 byly oproti průměru lokality více než dvojnásobné. Příímý vliv na vegetaci ale mají minimální. V ostatních měsících (až do června) bylo množství srážek v roce 2012 vždy nižší oproti průměru let 1981/2010, v březnu téměř o ¼. Jarní měsíce byly tedy sušší. V červenci roku 2012 úhrny srážek převyšovaly průměr lokality o 44,6 mm. V srpnu a ani v září se množství srážek odlišovalo od průměru lokality jen nevýrazně. Ostatní měsíce již neovlivnily pokus. V době intenzivního růstu natě (V.-VI.) byl vody nedostatek, zatímco v červenci až nadbytek.

4.2 Charakteristika zvolené odrůdy

Princess je raná, konzumní salátová odrůda, charakterizovaná vysokým výnosem. Hlízy jsou vysoce odolné vůči strupovitosti, hnilobám, plísni bramboru i bakteriózám. Jsou stejnoměrně velké, střední až větší velikosti, vhodné k přímému konzumu od sklizně až do pozdního jara. Odrůda se vyznačuje vysokým podílem tržních hlíz udržujících si stálou kvalitu i při dlouhodobém skladování. Dužnina si udržuje barevnou stálost. Princess je vhodná i pro produkci v ekologickém zemědělství, mytí a balení, loupání (Anonym V, 2010).

Přehled vlastností	
Tvar hlíz	oválné, pravidelné
Barva slupky	žlutá, hladká, lesklá
Očka	Mělká
Barva dužniny	sytě žlutá, barevně stálá
Varný typ	A, salátová, vařené hlízy jsou pevné, výborné chuti
Škrobnatost	Středně vysoká
Rezistence	háďátku bramborovému Ro1,2,3,4,5
Odolnost	
Virové choroby	Vysoká
Strupovitost	Vysoká
Houbové choroby	Vysoká
Bakteriosy	Vysoká
Výnos hlíz a konzumní výtěžnost	
Výnos hlíz	velmi vysoký
Velikost hlíz	vysoký podíl Konzumních hlíz

Tab. 4 Přehled vlastností odrůdy (Anonym V, 2010)

Šlechtitel: SaKa-Ragis Pflanzenzucht GbR, SRN

Zástupce v ČR: MEDIPO AGRAS H.B., spol. s r.o.

4.3 Založení pokusu

Porost byl založen po travním porostu, organicky hnojen nebyl. Aplikace minerálních hnojiv byla provedena 8 dnů před výsadbou a ihned zapravena ručně do hloubky 10-15 cm. Celý pokus byl ošetřován ručně.

Pro pokus byly stanoveny čtyři varianty s různou úrovní hnojení – kontrola bez hnojení, varianta s dusíkem, varianta s fosforem a draslíkem a varianta s dusíkem, fosforem a draslíkem. Každá varianta byla dvakrát třikrát.

Zvolené dávky čistých živin:

- N 100 kg /ha (síran amonný)
- P 35 kg/ha (superfosfát)
- K 60kg /ha (síran draselný)

Plocha každého opakování činila 6,25 m². Na každou parcelku bylo nasázeno 30 hlíz o sponu 75x30 cm. V přepočtu na 1 ha bylo vysázeno 45 000 kusů jedinců. Výsadba byla provedena 1. května 2012.

0 1	N 1	PK 1	NPK 1	0 2	N 2
PK 2	NPK 2	0 3	N 3	PK 3	NPK 3

Obr. 7 Plánek pokusu

4.4 Ošetřování pokusu

Pokus byl ošetřován mechanicky – ručně. Do vzejití porostu byly hrůbky dvakrát ošetřeny. Deset dnů po výsadbě byly hrůbky prokypřeny a sníženy hráběmi, o týden později byly brázdy prokypřeny. Od 18. května hlízy začínaly vycházet. Nebyla zjištěna redukce počtu jedinců. Pozdní mráz nezpůsobil škody. Při výšce rostlin 5-10 cm byly hrůbky a brázdy okopány. Poslední úpravou hrůbku bylo jeho zformování a maximální přihnutí při výšce rostlin cca 25 cm. Výskyt plevelů byl ojedinělý. Vyskytoval se jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), objevoval se i penízek rolní (*Thlaspi arvense*). Plevely rostlinám bramboru nekonkurovaly. Mandelinka bramborová se nevyskytla, ošetření nebylo provedeno.

První ošetření proti plísni bramboru (původce *Phytophthora infestans*) bylo provedeno 7. června podle signalizace Státní rostlinolékařské zprávy. Bylo provedeno kontaktním přípravkem Champion 50 WP. Porost byl 18. června poškozen kroupami. Kvůli nebezpečí masivnějšího rozvoje plísně bramboru po poničení kroupami byl k ochraně používán systematicky působící přípravek Acrobat WP. Přípravek Champion 50 WP byl použit dvakrát, přípravek Acrobat WP čtyřikrát. Kontrolní varianta a varianta hnojení s dusíkem byly kvůli zničení natě plísní bramboru sklizeny 19. srpna. Varianty hnojené PK a NPK byly sklizeny 10. září.

4.5 Vyhodnocení pokusu

Sklizené hlízy z jednotlivých opakování byly nejprve zváženy. Poté se stanovil průměrný výnos jednotlivých variant pokusu a byl vypočten hektarový výnos. Hlízy byly roztříděny podle velikosti na sítěch s průměry ok 40 mm a 70 mm na hlízy pod 40 mm, hlízy 40-70 mm a hlízy nad 70 mm. Byly spočítány hmotnostní podíly jednotlivých velikostí. Hlízy byly sečteny a následně se určila průměrná hmotnost jedné hlízy, průměrná hmotnost hlízy každé velikosti a počet hlíz pod trsem. Na Hošpes-Pezoldově váze byla určena škrobnatost. Obsah sušiny v hlízách byl určen pomocí sušičky.

Výsledky měření byly zhodnoceny a porovnány s vlastnostmi odrůdy deklarovanými šlechtitelem a zároveň s nálezy a výsledky pokusů jiných autorů.

5. Výsledky

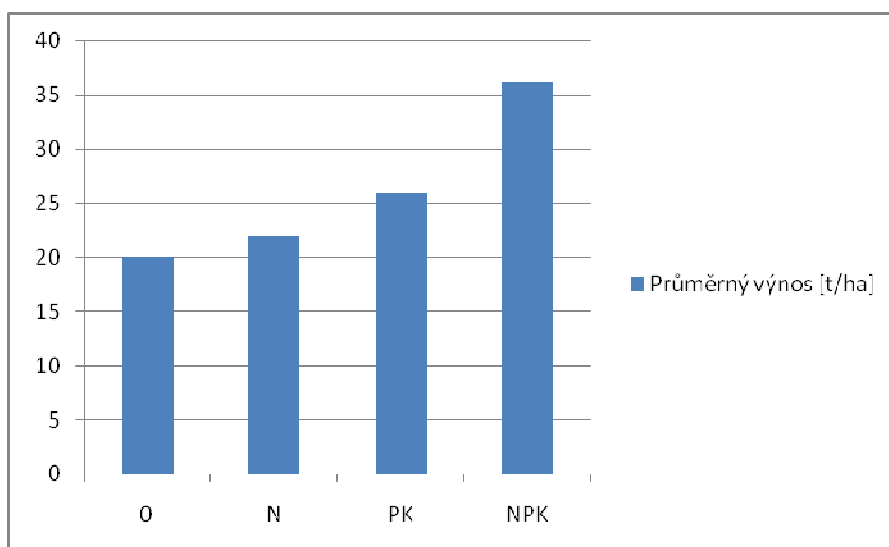
5.1 Hodnocení růstu a zdravotního stavu

V první polovině vegetace nebylo nalezeno mezi jednotlivými variantami žádných rozdílů ve velikosti a výšce trsu, barvě listů aj. Rozdíly ve hnojení a jejich projevy byly rozlišitelné v polovině července. Na kontrolní variantě byly porosty brambor nižší, ale dobře vybarvené. Na variantách hnojených dusíkem byly rostliny průměrné (v rámci pokusu) ve výšce a dobře vybarvené. U varianty hnojené fosforem a draslíkem došlo ke žloutnutí listů ve spodních patrech stonků. Rovněž ostatní listy byly oproti kontrole, ale i variantě NPK světlejší, méně výrazně vybarvené. Varianta NPK vykazovala porosty zelené s nejmohutnějšími trsy. Přestože varianta NPK se jeví jako nejtypičtější bramborový porost, tak i zde bylo možné na některých rostlinách vidět výživové nedostatky.

Intenzita výživy se projevila na schopnosti rostlin odolávat napadení plísní bramboru. Porosty z varianty hnojené dusíkem a kontrolní byly podstatněji napadené plísní, a proto u nich byla sežnuta nať. Porosty z variant hnojené PK a NPK přirozeně dozrály a byly sklizeny později.

5.2 Výnos hlíz

Přepočte-li se výnos parcelk na hektarový výnos, tak u kontroly by se získalo 20,1 t/ha hlíz, varianty hnojené N varianty 22 t/ha, u varianty hnojení PK 26 t/ha a u varianty hnojené NPK 36,1 t/ha. Ve variantě hnojené N bylo dosaženo oproti kontrole o 9,5 % vyššího výnosu, ve variantě hnojené PK o 29,3 % a ve variantě hnojené NPK o 79,6 %. Porovnáním účinnosti dusíku mezi variantami hnojenými PK a NPK se určí zvýšení výnosu díky dusíku o 39 %.



5.3 Hmotnostní podíly jednotlivých frakcí

Hmotností podíl hlíz pod 40 mm

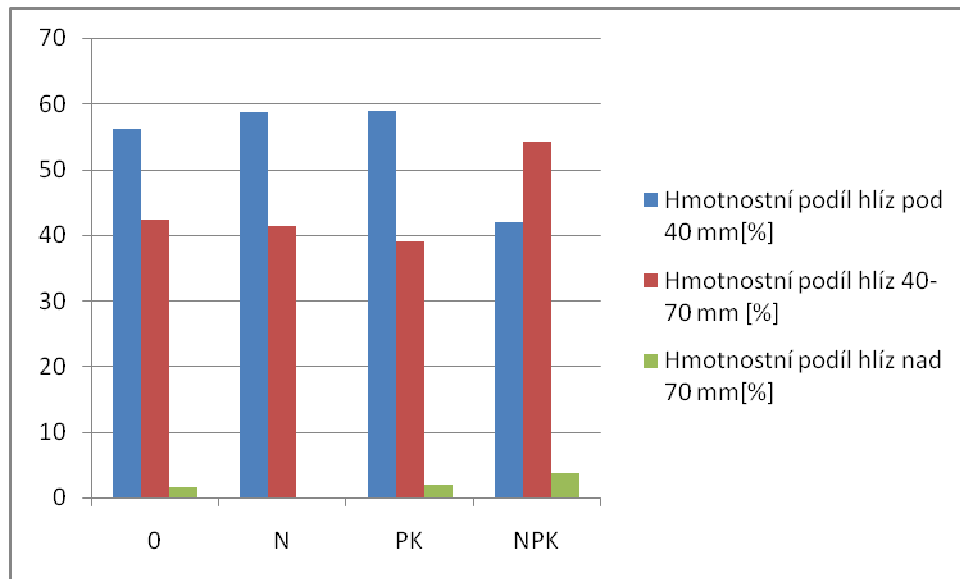
Nejmenší podíl 41,9 % malých hlíz byl zjištěn u varianty hnojené NPK. U kontrolní varianty byl podíl 56,2 %, u varianty hnojené N 58,7 %, u varianty hnojené PK 59 %. Ve variantě hnojené N stoupl oproti kontrolní variantě podíl o 5 %. Ve variantě hnojené PK se zvýšil podíl oproti kontrole o 6,8 % Ve variantě hnojené NPK došlo ke snížení podílu oproti kontrole o 25,4 %. Srovnání variant hnojených PK a NPK přináší poznatek o snížení podílu malých hlíz ve variantě hnojené NPK o 30 %.

Hmotnostní podíl hlíz 40-70 mm

Nejnižší výnosový podíl konzumních hlíz byl zjištěn u varianty hnojené PK – 39,0 %, u varianty hnojené N 41,3 %, u kontrolní varianty 42,2 %, u varianty hnojené NPK 54,3 %. Ve variantě hnojené N snížilo podíl konzumních hlíz oproti kontrole o 2,1 %. Ve variantě hnojené NPK došlo oproti variantě hnojené PK ke zvýšení podílu u 39,2 %.

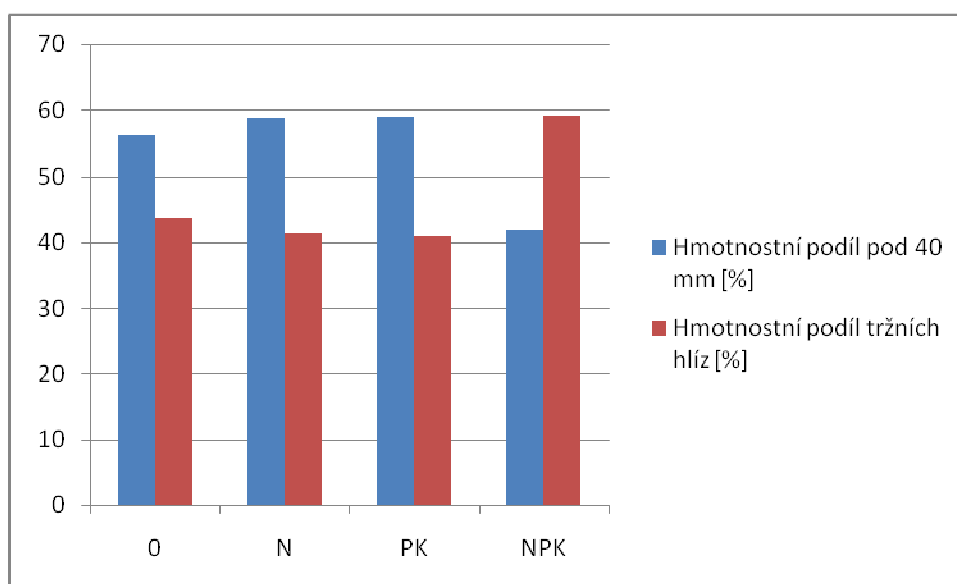
Hmotnostní podíl hlíz nad 70 mm

U varianty hnojené N nebyla nalezena žádná taková hlíza. Podílové zastoupení 1,54 % bylo zjištěno u kontrolní varianty, kde celý podíl hlíz nad 7 cm hlíz byl zjištěn v opakování 3 se zastoupením 4,61 %. Ve variantě hnojené PK jsou 2 % podílu hlíz nad 7 cm. Podíl hlíz nad 7 cm u varianty hnojené NPK je 3,14 %. U NPK1 je nulové zastoupení těchto hlíz. U NPK2 2,82 % a u NPK3 6,6 %. Při NPK hnojení bylo tedy zjištěno největší podílové zastoupení hlíz nad 7 cm hlíz. Vliv dusíku při porovnání PK a NPK výživy zvýšil podíl hlíz nad 7 cm hlíz o 90 %.



Hmotnostní podíl tržních hlíz

Nejnižší podíly tržních hlíz byly nalezeny u variant hnojených N (41,4 %) a PK (41%). Mírně vyšší podíl těchto hlíz byl zaznamenán u kontrolní varianty- 43,8 %. U varianty hnojené NPK dosáhl podíl tržních hlíz úrovně 59 %. U varianty hnojené pouze N došlo oproti kontrole k propadu o 5,6 %. Rovněž u varianty hnojené PK se podíl tržních hlíz propadl o 6,3 %. Zvýšení podílu tržních hlíz o 34,7 % oproti kontrolní variantě nastalo u varianty hnojené NPK. Ve variantě NPK byl podíl tržních hlíz oproti variantě hnojené PK vyšší o 43,8 %.



5.4 Průměrné hmotnosti hlíz jednotlivých frakcí

Průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm

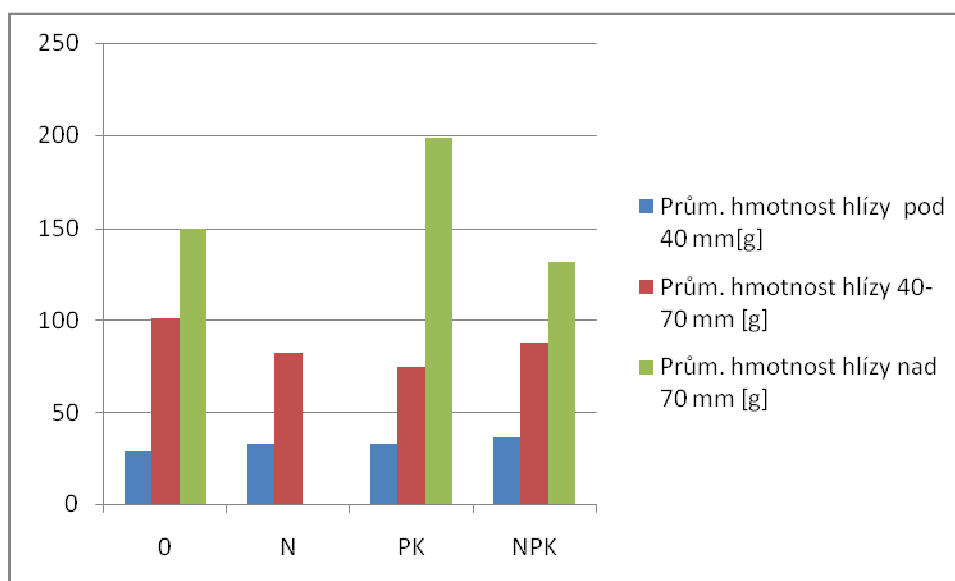
Nejnižší hmotnost hlízy pod 40 mm byla získána v kontrolní variantě (28,67 g). Ve variantě hnojené dusíkem stoupla průměrná hmotnost o 14,3 % na 32,8 g. Ve variantě hnojené PK hmotnost hlízy pod 40 mm dosáhla 32,9 g, hmotnost je oproti kontrole vyšší o 14,8 %. Ve variantě hnojené NPK bylo dosaženo nejvyšší hmotnosti-36,2 g, která je oproti kontrolní variantě vyšší o 26,3 % a ve srovnání s variantou hnojenou PK vyšší o 10 %.

Průměrná hmotnost hlíz 40-70 mm

Nejnižší hmotnost konzumní hlízy byla nalezena u varianty hnojené PK - 74,3 g. U varianty hnojené N byla hmotnost hlízy 82,4 g. Hmotnost 87,4 g byla určena u varianty hnojené NPK. U kontroly dosahují hlízy 100,7 g. Ve variantě hnojené N došlo oproti kontrole k propadu průměrné hmotnosti i 18,1 %. Ve variantě hnojené PK poklesla hmotnost oproti kontrole o 26,4 % a ve variantě hnojené NPK byl ve srovnání s kontrolou propad o 13,4 %. Varianta hnojení NPK dosáhla ve srovnání s variantou hnojenou PK zvýšení průměrné hmotnosti o 17,6 %.

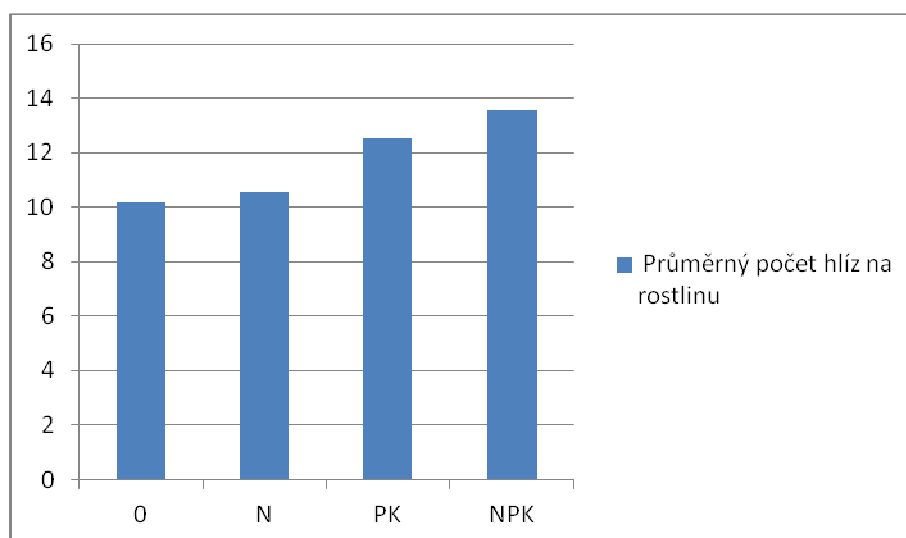
Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm

Nejtěžší hlíza třetí frakce byla zjištěna u kontroly, kde se přerostlá hlíza vyskytla pouze jednou, a sice s hmotností 150 g. U varianty hnojené N nebyla nalezena žádná přerostlá hlíza. U varianty hnojené PK činila průměrná hmotnost hlízy nad 7 cm hlíz 198 g. U varianty hnojené NPK byla určena průměrná hmotnost na 131,5 g, klesla tedy hmotnost oproti variantě o 50,6 %.



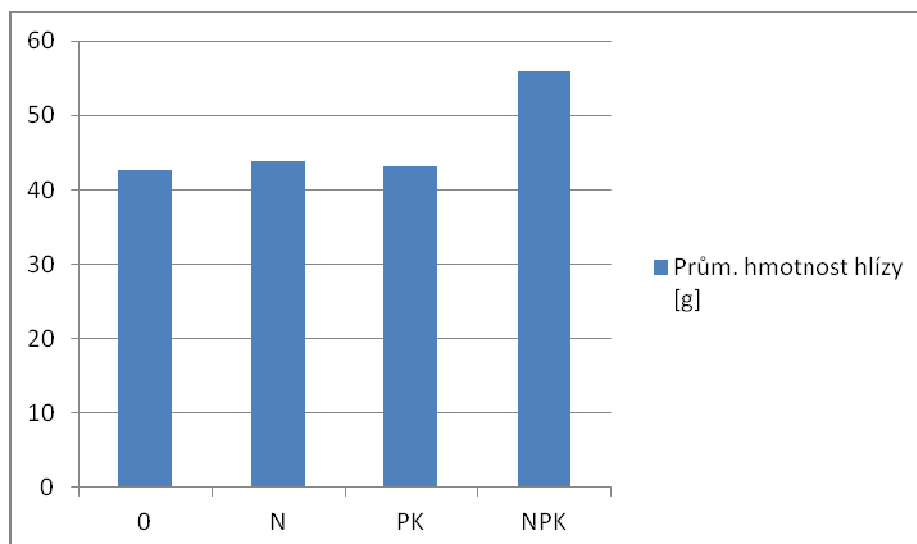
5.5 Průměrný počet hlíz na rostlinu

Nejnižší počet hlíz pod trsem byl zjištěn u kontrolní varianty, kde počet hlíz průměrně dosáhnul hodnoty 10,2 hlíz. Nepatrně vyšší byl zaznamenán u varianty hnojené N, v hodnotě 10,5 kusů. Ve variantě hnojené PK se zvýšil průměrný počet hlíz pod trsem na počet 12,6. U varianty hnojené NPK byl zjištěn počet hlíz 13,5 kusů. Ve variantě hnojené N stoupl počet hlíz oproti kontrole o 3,4 %, ve variantě hnojení PK o 23,2 % a ve variantě hnojené NPK o 32,9 %. Ve variantě hnojené NPK byl oproti variantě hnojené PK o 7,9 % vyšší počet kusů hlíz



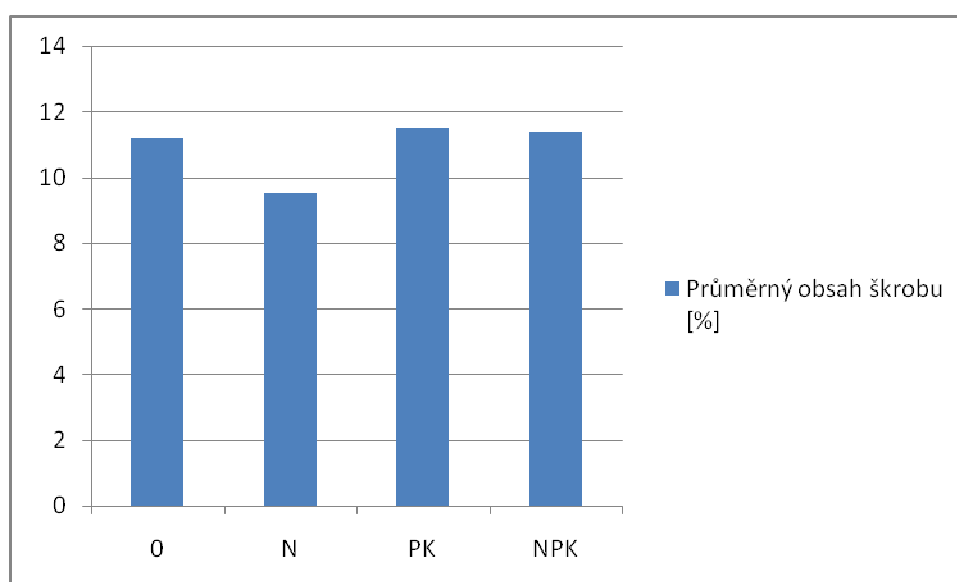
5.6 Průměrná hmotnost jedné hlízy

Nejnižší hmotnost jedné hlízy byla zjištěna u kontroly- 42,6 g. U varianty hnojené N byla průměrná hmotnost hlízy 43,8 g, u varianty hnojené PK 43,1 g a u varianty NPK 55,9 g. Oproti kontrole došlo ve variantě hnojené N ke zvýšení hmotnosti hlízy o 2,9 %, ve variantě hnojené PK o 1,2 % a ve variantě hnojené NPK o 31,2 %. Hlíza z varianty hnojené NPK má oproti hlíze z varianty hnojené PK hmotnost vyšší o 29,7 %.



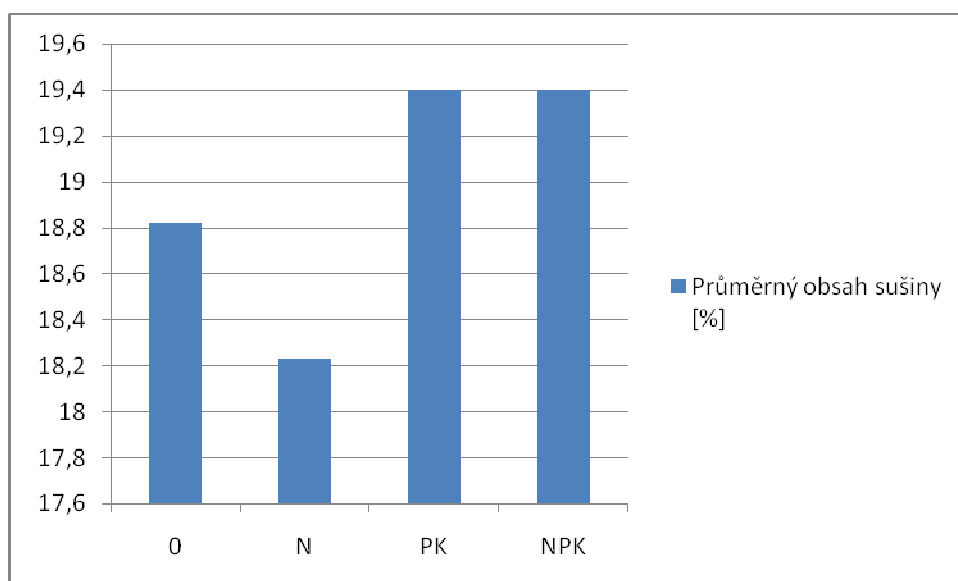
5.7 Průměrný obsah škrobu

Škrobnatost byla stanovena na Hošpes-Pecoldově váze. Nejnižší škrobnatost byla zjištěna u variant hnojených pouze N. Škrobnatost dosáhla 9,5 %. U kontrolní varianty byla škrobnatost určena na 11,2 %. U varianty hnojené PK byla škrobnatost 11,5 %, u varianty hnojené NPK 11,4 %. V porovnání hnojených variant a kontroly došlo u varianty hnojené pouze dusíkem k propadu o 15,18 %. U varianty hnojené PK došlo ke zvýšení o 2,68 % a u varianty NPK o 1,78 %. Porovnání škrobnatosti mezi variantami hnojenými PK a NPK variantou přináší zjištění poklesu škrobnatosti o 0,87 %.



5.8 Průměrný obsah sušiny

Nejnižší podíl sušiny ve hmotě hlíz byl zjištěn ve variantě hnojené pouze N. Obsah sušiny zde dosáhl hodnoty 18,2 %. Při kontrolní variantě bez hnojení byla zjištěna sušina 18,8 %. Ve variantách hnojených PK a NPK bylo dosaženo stejných výsledků, tedy obsahu sušiny 19,4 %. Oproti kontrole je shledán u varianty hnojené N pokles obsahu sušiny o 3,1 %, u variant hnojených PK nebo NPK zvýšení o 3,1 %.



6 Diskuze

6.1 Celkový výnos

Z výsledků pokusu se dá vyvodit, že hnojení průmyslovými hnojivými jednoznačně pozitivně působí na výši celkového výnosu hlíz. Nejnižší výnos poskytla kontrolní varianta (20,1 t/ha), nejvyšší varianta hnojená NPK (39,1 t/ha). Zhodnocení vlivu dusíku přináší informaci, že hnojení pouze dusíkem zvýší výnos oproti nehnojené kontrole méně (22 t/ha), než při hnojení kombinovaným s fosforem a draslíkem (26 t/ha). Jasně se prokázala pozitivní součinnost jednotlivých prvků, které společně podmiňují nejvyšší výnosy. Dusík se stane nejvýznamnějším regulátorem výnosu, jestliže je podpořen optimální dávkou draslíku a fosforu a není deficit jiného prvku. Potvrzují se informace udávané zmíněnými autory, že vyrovnaná výživa vytváří předpoklad k dobrému výnosu.

V roce 2012 bylo dosaženo v ČR průměrného výnosu hlíz 27,7 t/ha (Anonym, 2013). Porovnání výsledků pokusu s průměrem republiky přináší zjištění, že kromě varianty hnojené NPK byl výnos ostatních variant nižší než průměr roku 2012. U kontrolní varianty o 27,4 %, u varianty hnojené dusíkem o 20,8 %, u varianty hnojené PK o 6,1 %. U varianty hnojené NPK byl dosažen výnos o 29,6% vyšší než průměr za rok 2012.

Plíseň bramboru měla v pokusu limitující vliv. Porosty ve variantě kontroly a dusíku byly plísní podstatně více decimovány než zbylé varianty. Na ataku plísně se jistě podepsal vliv stanoviště, vyšší množství srážek v červenci oproti průměru, a zejména poškození kroupami a v neposlední řadě právě nedokonalá výživa. Dá se říct, že vyrovnaná výživa (varianta hnojená NPK) podpořila odolnost rostlin proti plísni bramboru.

Autoři Hausvater (2011) a Cwalina-Ambroziak a Czajka (2002) zabývající se stupňovanými dávkami dusíku, upozorovali přímou úměru napadení plísní bramboru a výškou dávky dusíku. V tomto pokusu nebyly aplikovány stupňující se dávky, ale je možné zhodnotit porosty bez dusíku a s dusíkem. Ukázalo se, že porosty nehnojené vůbec, nebo pouze dusíkem, velice špatně vzdorovaly plísni bramboru.

6.2 Hmotnostní podíly jednotlivých frakcí

Podíl hlíz pod 40 mm

U kontrolní varianty byl získán podíl hlíz pod 40 mm 56,24 %. Mírně vyšší podíl byl zaznamenán u variant hnojených N (58,7 %) nebo PK (59 %). Nejnižší podíl malých hlíz byl určen u varianty hnojené NPK (41,9 %). V provedeném pokusu byl vliv hnojení pouze dusíkem a hnojení PK téměř rovnocenný, v obou případech došlo ke zvýšení podílu hlíz pod 40 mm. Snížení podílu hlíz pod 40 mm došlo pouze při aplikaci NPK. V pokusu se ukázalo, že aplikace samotného dusíku podíl těchto hlíz zvyšuje, ale hnojení s PK jej významně snížilo.

Vysvětlením, proč u varianty hnojené PK byl nalezen nejvyšší podíl hlíz pod 40 mm, může být nedostatek dusíku potřebný pro růst hlíz. V pokusu nebyly aplikovány stupňované dávky, a proto nelze potvrdit, ani vyloučit tvrzení Hrušky (1974) Vokála (2000) nebo Bárty a Diviše (2003), že se stupňovanou dávkou dusíku klesá i podíl hlíz pod 40 mm ve prospěch ostatních frakcí.

U všech variant hnojení byl zaznamenán dosti vysoký podíl malých hlíz. Příčinu takového jevu se může vidět ve špatných půdních vlastnostech, nízké úrovni živin i při hnojení N, P i K aj. Odrůda Princess se řadí spíše k náročnějším odrůdám vzhledem k prostředí a takové podmínky u ní vyvolaly stresové projevy projevující se navenek vysokým podílem hlíz pod 40 mm nebo zhoršeným zdravotním stavem aj.

Podíl hlíz 40- 70 mm

U kontrolní varianty byl získán podíl hlíz 40-70 mm 42,2 %. Mírně nižší byl podíl u varianty hnojené N (41,3 %). Sestupná tendence podílu hlíz 40-70 mm je i u varianty hnojené PK (39 %). Nejvyšší podíl těchto hlíz je u varianty hnojené NPK (54,3 %).

Ve variantě, kde byl aplikován pouze dusík, ale došlo k mírnému poklesu podílu konzumních hlíz oproti kontrolní variantě. Příčinou snížení podílu může být silné poškození porostu plísni bramboru nebo nedostatečná výživa. Porostům silně napadených plísni bramboru byla sežnuta předčasně nať a tedy zkrácena vegetace. Tento fakt potvrzuje tedy domněnku, že omezená vegetace neumožnila dorůst hlízám do tržní velikosti, a ty tak zůstaly 1. frakcí. Dusík aplikovaný ve variantě hnojení NPK skutečně zvýšil oproti variantě hnojení PK podíl konzumních hlíz. Závěry tohoto pokusu souhlasí s výsledky Bárty s Diviše (2003) a tvrzení Vokála (2000) pouze v případě srovnání varianty hnojené PK a NPK, a sice že dusík zvyšuje podíl hlíz 40-70 mm. Aplikace samotného dusíku

je hodnocena podle výsledků pokusu jako negativní. Podobný názor formuloval i Rybáček (1988).

Odrůda Princess má předpoklad vysokého podílu konzumních hlíz (cca 80 %). Výnos vykazuje poměrně nízké zastoupení konzumních hlíz ve prospěch podílu hlíz pod 40 mm. Hlízy pod 40 mm jsou považovány za odpad, proto je vždy žádán jejich co nejnižší podíl. Je otázkou, co způsobilo tak nízký podíl konzumních hlíz. Dá se uvažovat nad nedostatečnou výživou, půdními vlastnostmi stanoviště, zkrácenou vegetační dobou kvůli napadení plísní bramboru nebo reakcí odrůdy na průběh ročníku a úhrnu srážek v kritických obdobích.

Podíl hlíz nad 70 mm

U kontroly byl zjištěn podíl hlíz nad 70 mm 1,54 %. U varianty hnojené N se nevyskytla žádná přerostlá hlíza. U varianty hnojené PK (2 %) se zjistil podíl hlíz nad 7 cm hlíz vyšší než u kontroly, ale nižší než u NPK. Největší podíl hlíz nad 7 cm hlíz zastupuje varianta hnojená NPK (3,8 %). V experimentu se neprojevil význam aplikace samotného dusíku ve prospěch zvýšení podílu hlíz nad 70 mm. Vliv dusíku na zvýšení podílu se projevil při společné aplikaci s PK, kdy bylo dosaženo nejvyššího podílu. Nejvyšší podíly hlíz nad 70 mm právě u variant hnojených PK a NPK se dají vysvětlit právě lepší úrovní výživy, delší vegetací a nižším napadení plísní bramboru. Výsledky odpovídají názorům Vokála (2000), Hruška (1974) i Bárty a Diviše (2003), že za dobrého zdravotního stavu při optimální až nadbytečné výživě se zvyšuje (+ vliv odrůdy) se zvyšuje podíl hlíz nad 70 mm.

Podíl tržních hlíz

Aplikace pouhého dusíku se ve srovnání s kontrolní variantou negativně projevila na podílu tržních hlíz. Opačné působil dusík se při aplikaci NPK, kde bylo dosaženo nejvyššího podílu tržních hlíz. Bárta a Diviš (2003) určili, že dusíkaté hnojení pozitivně ovlivňuje tržní výnos hlíz. Závěry tohoto pokusu lze s jejich nálezem ztotožnit jen v případě dusíku aplikovaného společně s PK. Působení samotného N a PK se ukázalo z pohledu podílu tržních hlíz být rovnocenné. Výsledky pokusu se shodují s názory Vokála (2000), Rybáčka (1988) a Hrušky (1974), že plná výživa tvoří předpoklad jednak lepšího zdravotního stavu a pak také předpoklad nejvyššího výnosu.

6.3 Průměrná hmotnost hlíz jednotlivých frakcí

Průměrná hmotnost hlízy pod 40 mm

Nejnižší hmotnost hlíz první frakce byla zjištěna u kontroly (28,7 g), mírně vyšší pak u varianty hnojené dusíkem (32,8 g). O desetiny nižší byla hmotnost hlízy u varianty hnojené PK (32,9 g) oproti variantě hnojené dusíkem. V případě varianty hnojené NPK je hmotnost nejvyšší (36,2 g). Každé hnojení zvyšuje průměrnou hmotnost hlízy v první frakci. U kontroly podíl hlíz pod 40 mm byl zcela pochopitelně nejnižší kvůli absenci hnojení. Samotné hnojení dusíkem podpořilo vyšší hmotnost hlíz a potvrzuje se prameny uváděný pozitivní vliv dusíku na výnosové prvky (Minx a Diviš, 1994, Pulkrábek, 2003, Vokál, 2000). Varianta hnojená PK se téměř nelišila od varianty hnojené N.

Průměrná hmotnost hlízy 40-70 mm

Nižší průměrná hmotnost konzumní hlízy oproti kontrole (100,7 g) byla nalezena u všech hnojených variant. Po kontrole se nacházely nejtěžší hlízy u varianty hnojené NPK (87,4 g), mírně lehčí u varianty hnojené N (82,4 g) a nakonec hlízy s nejnižší hmotností se vyskytovaly ve variantě hnojené PK (74,3 g). Aplikace samotného dusíku sice způsobila vyšší průměrnou hmotnost hlízy 40-70 mm oproti PK, ale vyšší hmotnosti bylo dosaženo při společné aplikaci NPK. Nikdy však hmotnost z hnojených variant nepřevýšila průměrnou hmotnost hlízy 40-70 mm.

Výsledky tohoto pokusu se úplně neshodují s názory Diviše a kol. (2006), Vokála (2000), Rybáčka (1988) o zvýšení průměrné hmotnosti dusíkem. V porovnání pouze hnojených variant souhlasí s výsledky pokusu. Při hodnocení s kontrolní variantou již nikoliv. Propad u varianty hnojené N lze vysvětlit zhoršeným zdravotním stavem odrážejícím se i na průměrné hmotnosti hlíz 40-70 mm.

Průměrná hmotnost hlízy nad 70 mm

Nejvyšší hmotnosti dosahují hlízy nad 70 mm z varianty hnojené PK (198,3 g). Nižší hmotnost se najde u kontroly a nejnižší u NPK (131,4 g). Průměrem opakování kontrolní varianty je hmotnost hlízy nad 70 mm 150 g. U varianty hnojené dusíkem nebyla žádná hlíza nad 70 mm. Působení dusíku v této frakci není úplně jednoznačné. Jednak ve variantě hnojení dusíkem nebyla zjištěna žádná hlíza nad 70 mm a v případě hnojení NPK byla hmotnost nižší než u kontroly a varianty hnojené PK, kde byla dosažena nejvyšší hmotnost. Na hmotnosti hlíz se podepsala jistě výživa a zdravotní stav.

6.4 Průměrný počet hlíz na rostlinu

Hnojení samotným dusíkem však nepřineslo podstatné zvýšení počtu hlíz (10,5 ks) (kontrolní varianta 10,2 ks). Relevantní zvýšení počtu hlíz došlo při hnojení PK (12,6 ks). U varianty hnojené NPK došlo ke kombinaci účinků dusíku a fosforu a byl získán nejvyšší počet hlíz na rostlinu (13,54 ks). V tomto pokusu se fosfor ukázal větší „pravomoc“ na zvýšení počtu hlíz než dusík. Stejný vliv fosforu popisuje i Míča a Vokál (1995a). Titíž autoři (1995b) uvádí, že draslík nemá vliv na počet hlíz pod trsem. Zhodnotit z pohledu pokusu lze jen společné působení těchto prvků.

Pokus byl prováděn na jednom stanovišti za stejného množství srážek ošetřován stejnou agrotechnikou. Rozdílné výsledky lze vysvětlit opravdu vlivem různého typu hnojení. Výsledky pokusu ukazují, že hnojení pouze dusíkem mělo minimální vliv (v řádu desetin procenta) na počet hlíz. Většího počtu bylo dosaženo aplikací PK a nejvyššího počtu ve variantě hnojené NPK. Porovná-li se působení dusíku v součinnosti s PK, tak v případě NPK napomohl výraznějšímu zvýšení počtu hlíz. Čepl připouští vliv dusíku na počet hlíz, ale v hodnotě zvýšení o 0,5 hlízy. Hnojení pouze dusíkem mělo v pokusu stejný míru vlivu, jako zjistil Čepl (1996). Výsledky pokusu souhlasí s názory Minxe a Diviše (1994), Vaňka (2007), že hnojení minerálními prvky zvyšuje počet hlíz pod trsem. Působení dusíku na počet hlíz se projevilo za nižších dávek N/ha, než jakých (200 kg N/ha) uvádí Diviš a kol. (2006)

6.5 Průměrná hmotnost jedné hlízy

Průměrná hmotnost jedné hlízy je jedním z výnosotvorných prvků. Je průměrem hmotnosti všech frakcí hlíz. Nejnižší průměrná hmotnost hlízy byla zaznamenána u kontrolní varianty (42,6 g). Hnojení dusíkem mírně hmotnost zvýšilo (43,8 g). Mírný pokles byl zaznamenán u varianty hnojené PK (43,1g). U varianty hnojené NPK byly hlízy nejtěžší (55,9 g).

Opět se ukazuje, že dusík působil pozitivně na hmotnost jedné hlízy, která právě výnos spoluurčuje. Vliv hnojení dusíkem ale rozhodně nemá takový vliv jako hnojení NPK. Výsledky pokusu to jasně potvrzují. Podobný vztah mezi aplikací dusíku a hmotností hlíz našli Belanger a kol. (2002) nebo Hruška (1974). V pokusu vyšlo najevo, že hnojení samotným N nebo PK přináší téměř stejný efekt. Zvýšení hmotnosti lze dosáhnout jejich společnou aplikací.

Kromě vlivu hnojení je namístě připomenout i vztah hnojení k intenzitě napadení plísní bramboru. Jak již bylo řečeno, porosty kontrolní a hnojené dusíkem měla zkrácenou vegetaci. Z toho vyplývá, že vliv hnojení na hmotnost hlíz nemusí být vždy přímý.

6.6 Průměrný obsah škrobu

Hnojení pouze dusíkem způsobilo propad škrobnatosti oproti kontrole (11,2 %) na obsah 9,5 %. U varianty hnojené PK bylo dosaženo obsahu 11,5% a u NPK 11,4 %, tedy téměř shodného výsledku. Hnojení samotným dusíkem způsobilo výrazný propad obsahu škrobu, ale při společném působení s fosforem a draslíkem naopak zvýšil jeho obsah.

Samotné hnojení dusíkem má podle výsledků jednoznačně negativní působení na obsah škrobu. Tato informace je obecným faktem a jiných autorů (Diviš a kol, 2006, Míča a Vokál, 1995a, Vokál, 2000 aj.) Závěry tohoto pokusu ji potvrzují.

Rozhodující slovo ohledně obsahu škrobu v hlízách je Míčou a Vokálem (1995a) řazeno k fosforu. Z výsledků experimentu, lze potvrdit, že fosfor měl zlepšující povahu ve smyslu zvýšení obsahu škrobu. Zmínění autoři rovněž poukazují nadměrné dávky draslíku snižující obsah škrobu. Otázku přemrštěné dávky draslíku nelze z pohledu pokusu okomentovat, neboť nebyly aplikovány vysoké dávky. Rozdílnost vlivů fosforu a draslíku nelze porovnat, protože tyto prvky nebyly aplikovány odděleně.

Odrůda Princess má předpoklad středně vysoké škrobnatosti. V pokusu bylo dosaženo celkově nižší škrobnatosti, než deklaruje šlechtitel. Diviš a kol. (2006) uvádí, že výnos škrobu je ovlivněn odrůdou, půdním typem, výživou a agrotechnikou. Vliv odrůdy vyčíslil na 65,94 %. Lze se jen spekulovat, co způsobilo nižší škrobnatost. Možný je vliv nedostatku všech živin, vliv ročníku a reakce odrůdy na stanoviště.

6.7 Průměrný obsah sušiny

Porovná-li se obsah sušiny mezi kontrolou (18,82 %) a N variantou (19,4 %), tak výsledky ukazují, že samotné hnojení dusíkem snížilo obsah sušiny v hlízách.

Autoři Rybáček (1988), Hruška (1974) a Mustonen a kol. (2010) se zabývali stupňovanými dávkami N. Přeneseně je možné stupeň úrovně hnojení chápat varianty bez dusíku a s dusíkem. V tomto pohledu samotná aplikace dusíku se negativně projevila na snížení obsahu sušiny oproti kontrolní variantě. Odlišné působení dusíku se ukázalo ve variantě hnojené NPK, kde bylo dosaženo nejvyššího obsahu sušiny (19,4 %). Výsledek se shoduje s informací udávanou Rybáčkem (1988), že negativní vliv dusíku je tím víc patrný, čím vyšší je jeho dávka a není vyvážen poměr mezi ostatními prvky. Výsledek

tohoto pokusu odpovídají Hruškovu tvrzení (1974), že dusík má pozitivní vliv na obsah sušiny, jestliže je porost brambor hnojen i prvky P a K. Ve variantách hnojených PK a NPK bylo dosaženo shodného výsledku. Vyplývá, že fosfor a draslík mají také rozhodující vliv na obsah sušiny. Důležitost působení draslíku a fosforu na obsah sušiny uvedli Míča a Vokál (1995a,b). Zabývali se však vysoko stupňovanými dávkami. Výsledky tohoto pokusu tak nelze s jejich závěry porovnávat.

7 Závěr

Výsledky experimentu přinášejí poznatek, že hnojení brambor pouze dusíkem nebylo výhodné a přineslo s sebou rizika v podobě zhoršeného zdravotního stavu, méně nevhodného frakčního složení výnosu a snížení obsahu sušiny a škrobu a zejména nízkého výnosu. Ve spojení s draslíkem a fosforem ale jednoznačně pozitivně dusík působil na všechny výnosové prvky bramboru. Samotné hnojení dusíkem snížilo podíl sušiny i škrobu v hlízách, ale dusík v kombinaci s PK působil na obsah sušiny i škrobu pozitivně.

Jednoznačně lze na základě výsledků pokusu doporučit k porostům brambor aplikaci minerálních hnojiv, neboť vytvářejí předpoklad dobrého výnosu, žádoucího frakčního složení, obsahu sušiny i škrobu. Vyrovnaná výživa NPK zároveň zvýšila odolnost porostu proti intenzitě plísní bramboru.

Odrůda Princess reagovala na zhoršené podmínky stanoviště, nedostatečnou výživu a méně příznivý ročník zvýšeným podílem hlíz pod 40 mm. Při plném hnojení NPK poskytla z hmotnostního pohledu dobrý výnos. Je třeba ale upozornit, že výsledky pokusu jsou jednoleté.

Z výsledků pokusu vyplývá, že:

- samotný dusík zvýšil výnos pouze mírně, výrazně pak v kombinaci s P a K
- hnojení pouze N podíl tržních hlíz snížilo, ale při aplikaci NPK bylo dosaženo nejvyššího výnosu tržních hlíz
- hnojení pouze dusíkem zvýšilo počet hlíz minimálně, podstatněji jej zvýšilo hnojení spolu s P a K
- podíl hlíz pod 40 mm byl hnojením dusíkem mírně zvýšen, avšak při hnojení NPK byl podstatně snížen
- při plné výživě NPK se zvýšil podíl hlíz nad 70 mm
- aplikace samotného dusíku slabě snížila podíl hlíz 40-70 mm, ale v kombinaci s P a K jej významně zvýšila
- hmotnost 1 hlízy byla hnojením pouze dusíkem ovlivněna pouze nepatrně, významněji pak v kombinaci s P a K
- pouhé hnojení dusíkem způsobilo pokles obsahu škrobu i sušiny. Při hnojení současně s P a K došlo ke zvýšení obsahu sušiny i škrobu

8 Citovaná literatura

Al-Rashdan J. (1994): *Potato response to nitrogene fertilization.*, Centre International de Hautes Bari, 77 s.

Amberger R . (1997): *Fertilizing of potatoes.* Kartoffelbau. roč. 48, č. 1-2, s. 26-29, ISSN 0022-9156.

Anonym I. (2013): *Země- místo k tvoření.* [Online] 5. 1 2013. [Citace: 5. 1 2013.] Dostupné z: <http://gaia.comuv.com/bpej/>.

Anonym II. (2013): Český statistický úřad. *Odhad sklizně zemědělských plodin.* [Online] 15.10.2012. [Citace: 5.1. 2013]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/2012ediciplan.nsf/publ/2114-12-r_2012.

Anonym III. (2013): Český statistický úřad. 61 let českého strážníka. [Online] 21.5.2012. [Citace: 5. 1. 2013.] Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2012ediciplan.nsf/p/2138-12>

Anonym IV. (2009): *Katalog odrůd.* Havlíčkův Brod : Medipo Agras, H.B., spol s r.o.

Anonym V. (2013): Český hydrometeorologický ústav. Měsíční úhrny srážek ze stanice Tábor.

Anonym VI. (2012): *Narízení vlády č.262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčního programu s komentářem.* MZe ČR Praha. [Online] 22. 3 2013. [Citace: 22. 3 2013.] Dostupné z: <http://www.nitrat.cz/images/stories/documents/komentovane%20zneni%20nv%20262-2012%209-9-2012.pdf>

Baier J. (1962): *Abeceda výživy rostlin.* 1. vyd. SZN Praha 250 s.

Baier J. a V. Baierová (1985): *Abeceda výživy rostlin a hnojení.* 1. vyd. SZN Praha 360 s.

Baier J., M. Smetánková a V. Baierová (1988): *Diagnostika výživy rostlin.* 1. vyd. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR Praha 284 s.

Bárta J., J. Diviš a V. Čurn (1999): Ovlivňuje dusíkaté hnojení koncentraci bílkovin v hlízách brambor? *Bramborářství.* roč. 7, č.4, s. 9-11. ISSN 1211-2429.

Bárta J., J. Diviš a V. Čurn (2000): Dusíkaté látky bramborových hlíz a jejich ovlivnění dusíkatým hnojivem. *Bramborářství.* roč. 8, č.2, s. 11-12. ISSN 1211-2429*SE.

Bárta J., J. Diviš a V. Čurn (2000): Vliv dusíkatého hnojení na vztah mezi obsahem škrobu a bílkovin v hlízách brambor. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice. Series for Crop Sciences.* roč. 17, č.1, s. 5-14. ISSN 1212-0731.

Bárta J. a J. Diviš (2003): Vliv hnojení dusíkem na výnos a velikostní frakcionalizaci hlíz. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice. Series for Crop Sciences.* roč. 20, č.2, s. 57-66. ISSN 1212-0731.

Belanger G., Walsh J.R., Richards J.E., Milburn, P.H. a N. Ziadi (2002): Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars. *American journal of potato research*. sv. 79, č.3, s. 269-279. ISSN 1099-209X

Casa R., Pieruccetti, F., Sgueglia, G a B. Lo Cascio (2005): Potato tuber quality improvement through nitrogen management optimisation: Review of methodologies. *Proceedings of the Meeting of the Physiology Section of the European Association for Potato Research*. č. 684, s. 65-71. ISSN 0567-7572

Ciecko Z., Zolnowski A. a M. Wyszowski (2004): *The effect of NPK fertilization on tuber yield and starch content in potato tubers*. 59, č. 1, s. 399-406. ISSN 0365-1118.

Cwalina-Ambroziak B. a Czajka W. (2002): *Infestation of potato with pathogens in different nitrogen fertilization conditions*. In: Integrated systems of plant protection. The present and the future. Soroka, S.V.Supranovich, R.V.Buga, S.F.Trepashko, L.I.Zhukova, M.I.Timofeev. BRIPP Minsk. s. 153-154

Čepl J. (1996): Vliv vybraných faktorů na počet hlíz jednoho trsu brambor. *Rostlinná výroba*. roč.42, č. 10, s. 433-439. ISSN 0370-663X.

Čepl J. (2005): Zakládání porostu a hnojení brambor. *Agromagazín*. roč. 5, č.3, s. 20-24. ISSN 1214-0643.

Čepl J. a P. Kasal (2006): Aplikace dusíkatých hnojiv. *Moderní rostlinná výroba*. č.1, s. 7-8. ISSN 1214-228x.

Diviš J. a J. Bárta (2004): Výživa a hnojení brambor dusíkem. *Farmář*. roč. 10, č.3, stránky 31-32. ISSN 1210-9789

Diviš J., J. Švajner, J. Bárta a V. Heřmanová. (2006): Vliv rozdílné dávky hnojení dusíkem na výnos hlíz, obsah a výnos škrobu. *Collection of scientific papers, Faculty of agriculture in České Budějovice: series for crop sciences*. 1. vyd. ZF JCU České Budějovice, roč. 23, č. 2., s. 57-68.

Diviš J. a M. Švajnerová (2008): Dusík v půdě a obsah dusičnanů v hlízách brambor. *Bramborářství*. roč. 16, č.6, s. 21-23. ISSN 1211-2429.

Dupuis B., Reust W., Hebeisen T. a T. Ballmer (2009): Nitrogen supply of new potato varieties cultivated in Switzerland. *Agrarforschung*. č. 11-12, s. 484-489. ISSN 1022-663X

Haberland R. (2012): Neue Ergebnisse zur N-Düngung in Kartoffeln. *Kartoffelnbau. Fachzeitschrift für Spezialisten*. roč. 63, č. 1-2, s. 1-4

Hamouz K. (1994): *Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor*. 1. vyd., Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 56 s. ISBN 8071050903.

Hamouz K. (2007): *Rané brambory: pěstitelský rádce*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 48 s. ISBN 9788090352292.

Hausvater E. (2011): *Metodika ochrany proti plísni bramboru podle náchylnosti odrůd*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, 31 s. ISBN 9788086940274.

Havelka B., K. Knop a J. Ivanič (1979): *Výživa rostlin a hnojení*. 1. vyd. Příroda Bratislava, 360 s.

Hruška L. a V. Choc (1974): *Brambory*. 1. vyd. SZN Praha , 416 s.

Joern B.C., Vitosh M.L. (1995a): Influence of applied on potato part I.: yield, quality, and nitrogen uptake. *American journal of potato research*. sv.72, č. 1, s. 61-63. ISSN 0003-0589.

Joern B.C., Vitosh M.L. (1995b): Influence of applied nitrogen on potato. 2. Recovery and partitioning of applied nitrogen. *American potato journal*. sv. 72, č.2, s. 73-84. ISSN 0003-0589

Kasal P. (2009): *Možnosti efektivnějšího využití dusíkatých hnojiv u brambor*. Farmář. roč.15 , č.2, ISSN 1210-9789

Kasal P., J. Čepl a B. Vokál (2010): *Hnojení brambor*. 2. vyd. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod , 23 s. ISBN 9788086940243.

Kincl L., M. Kincl a J. Jakrlová (2003): *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií*. 3. upravené vyd.-dotisk, Fortuna Praha, 256 s. ISBN 80-7168-736-7.

Kolář, K., M. Kodíček a J. Pospíšil (2000): *Chemie II*. 2. vyd. SPN Praha, 128 s. ISBN 80-85937-49-2.

Lahký J. (1990): The influence of fertilization, site and year on the yield and qualitative parameters of potatoes. *Rostlinná výroba*. s. 857-864. ISSN 0370-663X

Ledvina R., J. Horáček a M. Šindelářová (2000): *Geologie a půdoznalství*. České Budějovice: ZF JČU

Maier V., P. Růžek, P. Kasal a D. Vejchar (2009): *Technologie lokální aplikace minerálních hnojiv a přípravků při pěstování brambor*. 1.vyd. VÚZT Praha 6- Ruzyně , 48 s. ISBN 978-80-86884-48-6.

Míča B., B. Vokál a J. Penk (1991): *Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu*. 1. vyd. MZe ČR Praha 75 s. ISBN 80-7084-039-0.

Míča B.a B. Vokál (1995a): Fosfor ve výživě brambor. *Bramborářství.*, roč. 3, č.1, s. 9-11. ISSN 1211-2429.

Míča B. a B. Vokál (1995b): Draslík ve výživě brambor. *Bramborářství.*, roč. 3, č.3, s. 10-12. ISSN 1211-2429.

Míča B. a B. Vokál (1997): Dusíkaté látky a jejich vztah ke kvalitě brambor. *Bramborářství*. roč.4, č. 1, s. 5-8. ISSN 1211-2429*SE.

Mínx L. a J. Diviš (1994): *Rostlinná výroba*. 1. vyd. AF VŠZ Praha,. 153 s. ISBN 8021301546.

Mustonen L., Wallius E. a T. Hurme (2010): Nitrogen fertilization and yield formation of potato during a short growing period. *Agricultural and food science*. sv. 19., č. 2, s. 173-183. ISSN 1459-6067

- Petr J. (1989):** *Rukověť agronoma*. 1. vyd. SZN Praha, 688 s. ISBN 80-209-0062-4.
- Pulkrábek J. (2003):** Brambory. <http://etext.czu.cz/>. [Online] 2003. [Citace: 16. prosinec 2012.] Dostupné z: http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=5.
- Richter R. a J. Hlušek (1994):** *Výživa a hnojení rostlin (I. obecná část)*. 1. vyd. VŠZ v Brně, str. 177. ISBN 80-7157-138-5.
- Rybáček V. (1988):** *Brambory*. 1. vyd. SZN Praha, 358 s.
- Skrabule I., Vaivode A. a A. Ruza (2012):** *The influence of nitrogen fertilizer norm on indicators of nutrient use for potato*. Research for Future of Latvia Agriculture: Food, Feed and Energy. s. 90-94. ISBN 978-9984-48-059-6.
- Škarda M. (1982):** *Hospodaření s organickými hnojivy*. 1. vyd. SZN Praha, s. 328.
- Vaněk V. (2002):** *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. dopl. vyd. Ing. Martin Sedláček Praha, 132 s. ISBN 80-902413-7-9.
- Vokál B. (2000):** *Brambory*. Agrospoj Praha, 245 s.
- Vostal J. a M. Mezulianik (1995):** *Hnojení polních kultur*. 1. vyd. Hospodářské služby Nymburk, 84 s.
- Wadas W., a další (2005):** *Effect of cultivation way and nitrogen fertilization on the total and nitrate nitrogen content in early potato tubers*. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Rolnictwo.s. 535-541. č.86. ISSN 0137-1959.
- Zebarth B.J., Arsenaut W.J a J.B. Sanderson. (2006):** Effect of seedpiece spacing and nitrogen efficiency parameters of two potato cultivars. *American journal of potato research.*, sv. 83, č. 4, s. 289-296. ISSN 1099-209x.
- Zrůst J. (2012):** Dusičnany, dusitany a nitrosaminy u konzumních brambor určených pro přímou spotřebu a produkci potravinářských výrobků z brambor. *Phytopathology.org*. [Online] [Citace: 17. prosinec 2012.] Dostupné z: <http://www.phytopathology.org/>.

9 Přílohy



Obr. 8 Založení pokusu



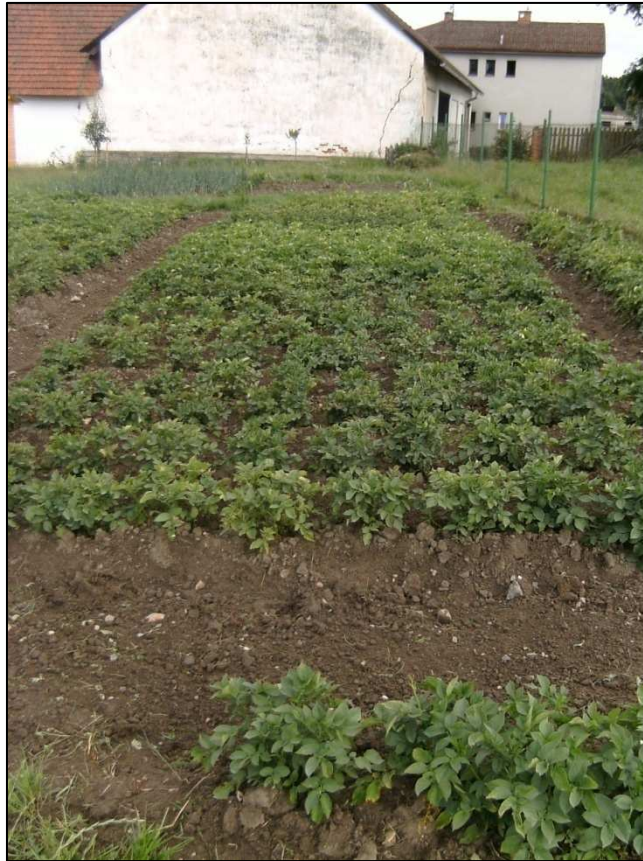
Obr. 9 Negativní vlastnosti stanoviště



Obr. 10 Porost po poškození kroupami



Obr. 11 Celkový pohled na porost v druhé polovině července



Obr. 12 Pohled na porost v polovině července, detail projevů různého hnojení



Obr. 13 Porost v polovině července, detail projevů různého hnojení



Obr. 13 Zřetelný nedostatek dusíku u varianty hnojené PK