

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Zemědělská fakulta**

Studijní program: N4107, Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství, specializace Fytotechnika

Katedra: Katedra Speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Diplomová práce

**Význam plné výživy NPK při pěstování konzumních  
brambor**

Vedoucí diplomové práce: Doc. Jiří Diviš, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Lukáš Svoboda

České Budějovice, 2015

## **Prohlášení**

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 jejich internetových stránkách. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové, a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. za odborné vedení, konzultace a všestrannou pomoc během vypracování mé bakalářské práce. Zároveň patří poděkování technikům Katedry speciální produkce rostlinné ZF JCU, Ing. Švajnerovi, panu Kopeckému, paní Beníškové, a také rodině za obětavou pomoc při realizaci pokusu.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá významem plné výživy NPK u vybraných odrůd: Adéla, Bellarosa, Princess a Vendula. Cílem bylo porovnat vliv NPK oproti ostatním variantám hnojení: 0, N, PK, NK a NP na rostliny vybraných odrůd. Pokus byl proveden v roce 2014 na půdě méně vhodné pro intenzivní pěstování brambor v nadmořské výšce 400 m. n. m. Pokus byl ošetřován konvenčně. Bylo celkem stanoveno 6 variant hnojení, které byly třikrát opakovány. V každém opakování bylo 30 jedinců.

Hodnocenými charakteristikami byl výnos hlíz, hmotnostní podíly jednotlivých frakcí a průměrná hmotnost jejich hlíz, počet hlíz pod jedním trsem, průměrná hmotnost jedné hlízy a obsah škrobu. Výsledky byly konfrontovány se zjištěními jiných autorů.

Varianta hnojení NPK nepůsobila jednoznačně ve prospěch výše výnosu. Jednoznačně ale přispívala ke snížení podílu hlíz pod 40 mm a zvýšení podílu hlíz nad 70 mm. Současně zvyšovala průměrnou hmotnost jedné hlízy.

### **Klíčová slova:**

Brambory, dusík, fosfor, draslík, výnos a jeho složení, Adéla, Bellarosa, Princess a Vendula

## **Abstract**

This thesis deals with difference of full fertilization NPK by chosen varieties of potato Adéla, Bellarosa, Princess and Vendula. The aim was compare impact of NPK with the other types of fertilization: 0, N, PK, NK and NP on plants of chosen varieties. The experiment was treated on soil less convenient to intensive planting at an altitude of 400 m and conventionally. There were defined six levels of fertilization, which were repeated three times. In every repeat were 30 potato plants.

To the judge characteristics were evaluated tuber yield, weight component share of tuber fraction, their weight, the average weight of one tuber and the number of tubers under one plant and starch content. The results were compared with opinions of the other author.

The variety fertilization NPK didn't cause unequivocally to altitude of yield. But variety NPK was instrumental in reduction of share of tubers in the first fraction and increase of share of tubers in the third fiction. Simultaneously variety NPK increase the average weight of one tuber.

### **Keywords:**

Potatoes, nitrogen, phosphorus potassium, yield and his characteristic, Adela, Bellarosa, Princess and Vendula

## Obsah

Prohlášení.....	2
Poděkování.....	3
1 Úvod.....	7
2 Literární přehled.....	9
2.1 Botanická a biologická charakteristika brambor .....	9
2.2 Fyziologie bramboru.....	10
2.3 Nároky bramboru .....	14
2.4 Látkové složení bramborových hlíz.....	16
2.5 Výnosotvorné prvky .....	24
2.6 Výživa a hnojení .....	27
2.6.1 Výživa a hnojení bramboru dusíkem .....	27
2.6.2 Výživa a hnojení bramboru fosforem .....	42
2.6.3 Výživa a hnojení bramboru draslíkem.....	48
2.7 Způsoby aplikace hnojiv .....	54
3 Cíl práce .....	56
4 Materiál a metody .....	57
4.1 Charakteristika stanoviště.....	57
4.2 Charakteristika zvolených odrůd .....	58
4.3 Založení pokusu.....	60
4.4 Ošetřování pokusu .....	62
4.5 Vyhodnocení pokusu .....	62
5 Výsledky .....	63
6 Diskuze.....	96
7 Závěr .....	103
8 Citovaná literatura.....	105
9 Přílohy.....	112

## 1 Úvod

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Jedním ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu je zajištění optimálního množství dobře přístupných živin. Příjem a využití živin z půdního roztoku je velmi složitý proces založený na vzájemně se ovlivňujícím působení mnoha vnitřních a vnějších faktorů. Největší pozornost ve výživě brambor je věnována dusíku, fosforu, draslíku. Právě jejich harmonický poměr, správná doba a způsob aplikace přispívá k předpokladu realizace hospodářského potenciálu bramboru – tvorby výnosu hlíz. Ve smyslu kvantity výnosu hraje nejdůležitější roli dusík, který podporuje tvorbu nové biomasy. Avšak ani na fosfor a draslík by se nemělo zapomínat. Tyto prvky především zlepšují kvalitu hlíz. Právě chuť brambor je důležitým ekonomickým prvkem prodeje konzumních hlíz.

Pro rentabilní pěstování brambor jsou pěstitelé nuceni- investovat do technického vybavení, vybírat vhodné odrůdy, zvolit vhodný systém výživy a hnojení bramboru. Při pěstování brambor se nenabízí hnojení pouze minerálními hnojivy. Právě orba na podzim předcházejícího roku poskytuje ideální podmínky na aplikaci organických hnojiv, která pozitivně působí na půdní strukturu, půdní úrodnost a obecně zlepšují podmínky pro život rostlin a příjem živin z minerálních hnojiv.

Přestože plocha osázených bramborami v roce 2014 činila pouhých 20744 hektarů (tj. 0,84 % z osetých a obhospodařovaných ploch) (Anonym III, 2014), mají brambory nezastupitelnou roli ve výživě člověka. Biomasa hlíz je totiž cenným zdrojem bílkovin, jejichž hodnota se blíží ze 70 % kvalitě vaječné bílkoviny. V posledních letech dochází k trvalému poklesu ploch osázených bramborami. Ke snižování ploch dochází jak u zemědělského sektoru, tak i u domácností. Na poklesu

ploch osázených bramborami se podílí zejména ekonomická náročnost a nestabilita výroby brambor ve srovnání s jinými tržními plodinami. Svůj vliv má i finančně nákladné zařizování výrobních linek na pěstování brambor.

Jedním z nejvýznamnějších intenzifikačních faktorů v systému pěstování brambor je odrůda a způsob hnojení. Spolu by tyto dva faktory měly zajistit maximální produkci tržních hlíz za rentabilních podmínek.



## 2 Literární přehled

### 2.1 Botanická a biologická charakteristika brambor

Druh *Solanum tuberosum* L. botanicky patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*), přesněji do rodu lilek (*Solanum*). Brambor hlíznatý je dvouděložná rostlina, která je schopna vegetativního i generativního rozmnožování. Rostlina není vytrvalou rostlinou, ale jednoletou bylinou. Generativní proces rozmnožování je uplatňován ve sféře šlechtění a vytváření nových odrůd, zatímco vegetativní rozmnožování se uplatňuje přímo v zemědělské produkci (Jůzl a kol., 2000). Pro bližší poznání jsou uvedeny morfologické charakteristiky rostlin bramboru.

Charakter **nadzemní části** trsu je ovlivněn tvarem a typem natě, která pak vytváří architekturu porostu. Rozlišuje se typ natě stonkový a listový s různými modifikacemi. Podle tvaru trsu je možné rozpoznat tvar kuželovitý, zarovnaný a deštníkový. Stonek je bohatě větvený, vysoký 60-100 cm, přímý až poléhavý, hranatý. Nejsilnější je stonek pod prvními listy, směrem k vrcholu se zužuje. Na povrchu je stonek ochlupený (Slavík a kol., 2000). Typickým znakem bramboru je křídlení na hranách stonků. Listy jsou lichozpeřené, složené z řapíku prodlouženého ve vřeteno a lístků, lístečků, palistů a palístků. Lichý lístek na vrcholu řapíku se nazývá konečným. Počet jařem bývá v průměru 4, s rozsahem od 1 do 6. Barva listů je do jisté míry odrůdový znak spoluvytvářený faktorem lokality, množstvím živin aj. Jejich barva může být od hnědozelené až po světle zelenou. Silný vliv na vybarvení listů má intenzita hnojení dusíkem. Květenství dvojvijan je umístěno na vrcholu rostliny. Květy jsou pětičetné s téměř srostlými korunními lístky zbarvenými od bílé až po fialovou. Kališní lístky přibližně do jedné třetiny srůstají, pak jsou volné. Jejich pletiva jsou shodná se stavbou listů. Přestože je brambor označován jako samosprašná rostlina, může však dojít i k cizosprašení za účasti hmyzu. U květů a plodu bramboru je možné vystopovat řadu meziodrůdových odlišností. Například u některých odrůd dochází k opadu poupat, květů, sterilitě pylu aj. Kulturní brambory zřídka kdy udrží bobule až do plné zralosti semen. Bobule pak mohou dorůst do

přibližného průměru 25 mm a obsahovat 50-100 semen, která jsou drobná, vejčitého tvaru, zploštělá a světle žlutě vybarvená (Vokál a kol., 2013).

**Kořenová soustava** rostlin množných vegetativním způsobem tvoří větší počet bohatě rozvětvených stonkových a stolonových kořenů o síle 2-5 mm. Stolony jsou vlastně horizontální a vertikální větve podzemního stonku, jejichž články jsou kratší a silnější. Listy jsou metamorfovány v šupiny. Délka stolonů určuje rozmístění hlíz v hrůbku, jejich délka je pak dána jednak geneticky a pak také fotoperiodou. Vrcholy stolonových kořenů se následně přeměňují v hlízy, kam jsou rostlinou ukládány asimiláty. Krátký den a nižší teploty půdy urychlují iniciaci hlíz a zároveň zkracují délku stolonu, který po založení hlízy se již neprodlužuje. Celý děj je spouštěn fytohormony. Jestliže gibereliny růst stolonů podporují, pak tuberizace je gibereliny potlačována, ale podněcována kyselinou abscesovou a cytokininy (Rybáček, 1988).

Z pohledu rostliny je hlíza zásobní orgán, z pohledu zemědělce představuje hospodářský výnos bramboru. Morfologicky se jedná o silně ztlustlý stolon, ze kterého odpadly šupinové lístky, po kterých zůstaly jizvy. V úžlabí jizev se tvoří prohlubně – očka. Podle Hrušky a kol. (1974) jich bývá 5-9. Jedná se odrůdový znak zformovaný podle odrůdy a velikosti hlízy. Očko je místo, odkud při klíčení hlíz vyrůstají klíčky, tedy základy budoucích stonků. Na těle klíčku je možné rozlišit tři morfologické oblasti- spodní, střední a vrchní část. Na spodní části se vytváří základy kořínků a stolonů, střední a vrchní část odpovídá za nadzemní část rostliny. Střední část zodpovídá za část stonku a vrchní pak představuje růstový vrchol. Barva a ochlupení klíčku jsou odrůdovým znakem. Je možné rozlišit klíčky zelené, nafialovělé aj. Zbarvení klíčku je podmíněno i způsobem skladování. Ve tmě rostoucí klíček je etiolizovaný, bez chlorofylu, a tedy bílý. Naopak klíčky vystavené světlu se odrůdově vybarvují, jsou silné a zdravé (Jun 1983, Houbá a kol. 2007)

## 2.2 Fyziologie 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 a zpravidla též velikosti 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).

Obecně platí, že velmi rané a rané odrůdy vytvářejí hlízy dříve než odrůdy polorané až pozdní. To se pochopitelně odráží v různé době maxima denních přírůstků. U raných je dosahováno maxima po vysázení 80-90 dnů, u poloraných 90-100 dnů, u polopozdních 100-120 dnů a u pozdních 120-130 dnů. Kořenová hmota zajišťuje příjem vody a živin, a proto je žádoucí, aby byla co nejrovnoměrněji rozvětvena v půdním profilu, odkud by mohla čerpat vodu a živiny. Objem kořenového systému přibývá po celou dobu vegetace, nicméně téměř všechny jsou rozloženy v profilu do 30 cm. Po iniciaci hlíz je růst ostatních částí rostliny retardován a pozornost rostliny se směřuje k tvorbě hlíz, kde se nacházejí dominantní meristémy a úložné prostory, tj. sinky (Kasal a kol., 2010).

Hospodářský výnos je u brambor tvořen hlízami. Hlíza je podzemní část trsu bramboru rostoucí na konci stolonu. Stolón 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 háčkový stolón, který začíná tloustnout v hlízu. Proces se nazývá tuberizací (Hruška, 1974). Podle morfologického vývoje lze rozdělit tvorbu hlíz do etap (Rybáček, 1988):

1. Stolónizace, 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 giberelinem, v druhé etapě klesá aktivita giberelinu, inhibuje dlouhivý růst stolonů. Vlastní tvorba hlízy je spojována jak s aktivitou cytokininů, tak s aktivitou jasmonové a abscisové kyseliny a auxinu. 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 (Vokál, 2000).

### **Růst a vývoj rostliny**

Sušina listů a jejich plocha narůstají přibližně do 75. dne po vzejití, pak dochází k zastavení a poklesu. Nárůst sušiny stonku se zastavuje přibližně 60. den po vzejití. Nejvyšší rychlost růstu listů se udává do 12-14 kusů. Je zajímavé, že růst hlíz začíná ve chvíli, kdy rostlina dosáhne 75 % svého listového maxima (Kasal a kol., 2010).

Při tvorbě hlíz se uplatňují korelační vztahy mezi růstem natě a tvorbou hlíz. Obecně se akceptuje, že existuje záporný vztah mezi růstem natě a hlíz. Když se např. podpoří růst natě brzkou závlahou, nebo aplikací minerálních hnojiv, zvláště N, pak je iniciace hlíz zpoždována. Pro iniciaci tvorby hlíz musí být rostlina vystavena vhodnému poměru délky dne a teploty. Podnět o délce slunečního záření předává nadzemní část podzemní části, kde dojde k tuberizaci. Po iniciaci tvorby hlíz dochází ke zpomalování tvorby nadzemní biomasy a pozornost je soustředěna k tvorbě hlíz. Krátká fotoperioda způsobuje zakládání hlíz, naopak dlouhodobí oddaluje. Současně působí i teplota. Teplota 17 °C vyhovuje tvorbě hlíz, nízké i vysoké ji naopak brzdí. Naopak tuberizace je podporována, když je růst natě inhibován např. nízkými teplotami. Tuberizaci podporuje krátký den (Hruška, 1974).

### **Proces fotosyntézy**

Základním procesem zelených rostlin je schopnost asimilace sluneční energie-fotosyntézy. Nejdůležitějším asimilátem je škrob, který je ukládán jako zásobní látka do hlíz rostliny. Asimiláty jsou organické sloučeniny uhlíku, vodíku a kyslíku. Uhlík získávají rostliny z ovzduší při dýchání, vodík a kyslík rozštěpením molekuly vody. Uvedené zdroje, zejména voda je často limitním faktorem činnosti fotosyntézy (Rybáček, 1988).

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 a zbyváající 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. Sacharidy vzniklé při fotosyntéze jsou osmoticky účinnými látkami, které mohou poškodit buněčný systém listů. Proto jsou v listech i stoncích přebytky sacharidů, které rostlina nemůže bezprostředně upotřebit k dýchání nebo růstu, přeměněny na asimilační škrob (Hruška, 1974).

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, v hlízách jako zásobní škrob. Asimiláty jsou totiž osmoticky aktivní látky, které nemohou být soustavně kumulovány v listech. Proto jsou metabolické přebytky polymerizovány na škrob. V noci se škrob zpětně polymerizuje na cukr a ten je přenášen a ukládán do hlíz opět jako zásobní

škrob. Nové organické látky je rostlina schopná produkovat až po vzejití při kontaktu asimilace schopných listů se slunečním zářením. Do té doby je rostlina při vzcházení závislá na mateřské hlíze. Do doby začátku butonizace (20-25 dnů po vzejití) se vytvářejí pouze přechodné zásoby a současně jsou stále využívány zásoby z mateřské hlízy (Rybáček, 1988). Od začátku butonizace až konce kvetení stále roste nať i kořeny, ale tvoří se již i konečné zásoby. Od konce kvetení až po úplnou zralost je pozornost rostlin bramboru nejvíce věnována vytváření konečných kapacit. Právě v této chvíli dosahují trsy bramboru největší listové plochy a současně i nejvyšší produkce fotosyntézy (NAR). Podle ranosti odrůd je pak diferencována tato doba, u raných odrůd probíhá mezi 24. - 60. dnem, u poloraných mezi 24. - 76. dnem a u pozdních mezi 25. - 85. dní po vzejití. Podle Hrušky (1974) jsou pro fotosyntézu nejvhodnější podmínky při teplotě 17-25 °C a osvětlení 30-50 tisíc luxů.

Na produkci fotosyntézy nemají vliv jen již zmíněné faktory. Proces asimilace je ovlivňován zejména výživou porostu. Rozhodující slovo má zde dusík. Není-li rostlina bramboru optimálně 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 ve stáří 7-12

týdnů při obsahu vody 85-88 % dýchají nepatrně a nejméně 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). Podobnou ztrátu působí i nízké noční teploty.

Procesem fotosyntézy je využíváno viditelné záření o vlnové délce 400 – 700 nm. Rostliny jsou schopné regulovat svoje pochody podle délky slunečního záření. Z pohledu růstu je brambor dlouhodobní, z pohledu tvorby hlíz krátkodobní. Světelné poměry dlouhého dne trvajících 16 hodin podporují růst natě, tvorbu pupat a časnější nástup kvetení. Nasazování hlíz je sice opožděno, ale díky lepším výsledkům fotosyntézy jsou vytvářeny vyrovnanější a větší hlízy. Zároveň jejich škrobnatost a výnos jsou vyšší. Naopak krátký den trvajících 8 hodin zpomaluje růst natě. Tvorba pupat nastupuje později. Sice dochází k časnějšímu nasazování hlíz, ale výnos je vyšší pouze oproti nejranější sklizni. Stolony jsou kratší a jen užší i škrobnatost. Úzce s délkou světelného dne souvisí i teplota. Bylo zjištěno, že při teplotě 14 °C nemá délka osvětlení účinek na tvorbu hlíz. To znamená, že za nízkých teplot (noční teploty) vyvolává tvorbu hlíz teplota, při vyšších teplotách pak délka dne. Zároveň při dlouhé periodě je pro iniciaci hlíz důležitá nízká noční teplota (Hruška, 1974).

## **2.3 Nároky bramboru**

### **Nároky bramboru na teplotu**

Pro klíčení se udává jako nejvhodnější teplota mezi 15 – 20 °C. Nať začíná růst už při 5 - 6 °C, nejlépe roste mezi 20 – 25 °C. S teplotou 30 °C a více se růst zastavuje. Pletiva bramboru jsou velmi citlivá na nízké teploty, už při - 1 - 2 °C pletiva zmrznou (Rybáček, 1988). V době zakládání hlíz potřebují rostliny bramboru teplotu půdy nejvýše do 20 °C. Pro ideální růst potřebují hlízy denní teplotu okolo 20 °C a noční 14 °C. V období květu pak bramboru vyhovují teploty půdy mezi 16-18 °C, minimálně 6 °C, kdy se zastavuje růst hlíz. Při sklizni by měla být teplota půdy mezi 10-12 °C (Petr a kol., 1987). Požadavky bramboru na teplotu se v průběhu vegetace mění, zároveň rostliny jsou schopné adaptace na déle trvajících méně vhodné teploty.

## Nároky bramboru na vláhu

Voda je limitujícím faktorem všech živých organismů. Listy a stonky obsahují vody okolo 90 %, hlízy přibližně 75 %. Význam vody je několikerý. Jednak má funkci transportéru v rostlinném metabolismu, např. škrobu z listů do hlíz, 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). Brambor v porovnání s ostatními zemědělskými plodinami je středně náročný na vláhu. Naopak rozdělení dešťových srážek během vegetace je velmi důležité. Přiměřené srážky ovlivňují v první polovině vegetace růst natě, od června až do poloviny července (podle termínu sázení a ranosti odrůdy) počet hlíz, celkově pak v druhé polovině vegetace růst 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 (Vokál, 2000).

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). V této fázi je požadavek na vláhu nejmenší, neboť spotřeba je dotována ze zásob v hlíze. 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. 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 (Kasal a kol., 2010).

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. Nedostatek půdní vláhy prodlužuje vegetaci, zejména v sušších letech a podmínkách. V běžném ročníku je ale žádoucí mírný deficit vody v době vyzrávání hlíz. Vokál uvádí, že při teplém letním dnu ztrácí list za 20-60 minut tolik vody, kolik sám váží. Transpirační koeficient se podle autorů pohybuje mezi 260 až 530 (Vokál, 2000).

## **Nároky bramboru na půdní podmínky**

Nejvhodnějšími půdami pro pěstování brambor jsou humózní písčitohlinité půdy s propustnou spodinou. Jedná se tedy o lehké až středně těžké půdy s obsahem jílovitých částí od 15 do 40 %. Těžké půdy se považují za nevhodné tím víc, čím jsou uléhavější a s nepropustnou spodinou. Na takových pozemcích dochází k časnějšímu a intenzivnějšímu napadení plísní bramboru a u sklizených hlíz bývají vyšší skladovací ztráty. Navíc takové půdy se hůře zjara prohřívají a práce na nich se tak zpožďují. Bramborům vyhovuje kyselá půdní reakce s amplitudou pH půdy se pohybuje mezi 4-8. Skeletovitost pozemku je možné upravit použitím záhonové technologie odkameňování. Navíc u brambor jako širokořádkové plodiny vyvstává problém s vodní erozí půdy a ke splavování povrchových vrstev půdy.

Základním předpokladem pro realizaci hospodářského potenciálu odrůd je vhodná lokalita k pěstování. Pěstitelé by se měli vyvarovat pozemku uzavřeným, svažujícím se k vodním plochám a mrazovým kotlinám. Podle Petra a kol (1987) jsou v České republice pro brambory nejvhodnější oblasti s průměrnou roční teplotou v rozsahu 6-7 °C s úhrnem srážek 650-700 mm ležící v nadmořské výšce 450-650 m. n. m. V ČR jsou rozlišeny podle klimatických podmínek oblasti vhodné pro pěstování velmi raných a raných brambor, tj, Polabí a jižní Morava, a oblasti vhodné pro ostatní polorané, polopozdní a pozdní odrůdy, které jsou pěstovány ve vyšších nadmořských výškách, nejčastěji Českomoravské vysočiny a předpolí Šumavy.

## **2.4 Látkové složení bramborových hlíz**

Hlízy bramboru průměrně obsahují 23-24 % sušiny s minimální hodnotou kolem 13,1 % a maximální kolem 37 %. Zbytek tvoří voda. Nejdůležitější složkou hlízy je škrob. Škrob je polysacharid vznikající při fotosyntéze a představuje zásobní energetickou složku. V hlízách je uložen v micelách, zvaných škrobová zrna. Obsah škrobu v hlízách je značně variabilní prvek, jehož hodnota může v původní hmotě kolísat mezi 8-29,5 %. Základním faktorem v úrovni obsahu škrobu je odrůda. Pominou-li se odrůdy pro zpracování na škrob, tak i mezi konzumními odrůdami existují rozdíly. Je známo, že rané odrůdy průměrně vykazují nižší obsah škrobu



oproti odrůdám pozdním. Podíl odrůdy na celkové variabilitě v obsahu škrobu činí přibližně 66 %, podíl ekologických podmínek 19 % a podíl interakce mezi odrůdou a prostředím pak 15 % (Minx a Diviš 1994). Platí, že s prodlužující se vegetací roste i obsah škrobu a zároveň, že v průběhu vegetace se obsah škrobu v hlízách podle podmínek růstu zvyšuje a dosahuje za maximální úrovně ve fyziologické zralosti hlíz (Rybáček, 1988).

Kromě škrobu obsahují hlízy další polysacharidy- vlákninu, hemicelulózy, pektiny, hexozany a pentozany. V původní hmotě hlízy se nachází přibližně 0,11 % rozpustného pektinu, 0,45 % nerozpustného pektinu a 0,17 - 3,48 % vlákniny. Obsah redukujících sacharidů v nepoškozených hlízách je sice velmi malý, ale významně podílí se na jakosti výrobků. Jedná se o glukózu (0,05-0,20 %) a fruktózu (0,1-0,4 %). Při nízkých teplotách skladování se jejich obsah zvyšuje, při nulových a nižších teplotách se projevuje jejich zvýšená přítomnost nasládlou chutí hlíz. Způsobují nasládnou chuť brambor, spolu s bílkovinami tvoří v Maillardových reakcích hořké sloučeniny (Vokál a kol., 2013).

Vitamíny patří mezi faktory, které řadí brambory mezi potraviny zvláštního významu. Nejdůležitější jsou vitamíny C a E, thiamin (B1), riboflavin (B2), dále byly v hlízách prokázány vitamíny A, karoteny aj. V lidském těle působí jako antioxidanty, regulátory kumulace cholesterolu, mají určitou prevenci před nemocemi krevního systému. Obsah vitamínu C bývá významně ovlivněn odrůdou a ročníkem, kdy v suchých a teplejších podmínkách se dosahuje vyššího zastoupení. Naopak jeho obsah snižují vysoké dávky dusíku. Při dlouhodobém skladování a následnou tepelnou úpravou obsah vitaminů C významně klesá. Je známo, že při spotřebě 300 g brambor denně jsou schopné dotovat 50 % potřeby lidského organismu na vitamín C, který v lidském těle pozitivně působí na kůži, dásně, zuby, svalů a kostí. Jsou známy jeho antioxidační schopnosti. Obsah tuků je v bramborách nízký (0,1 % v původní hmotě). Největší zastoupení má kyselina linolenová (cca 50 %), k. palmitová (20 %) a stearová (5 %) (Prugar, 2007).

Minerální látky představují v sušině asi 5 %. Jsou to převážně bazické prvky podílející se na vytváření acidobazické rovnováhy. Mezi nejvýznamnější patří (Mg, Fe, Zn, Cu, P, J, Br, Ni, Mo, Ca, K, Na, aj.). Poměrně významně je zastoupen

v hlízách K, který se svým obsahem blíží k většině druhů zeleniny a ovoce. Naopak hořčík a železo je b bramborech zastoupeno velmi málo (Šmálik, 1987).

Brambory obsahují šest glykosidů známých jako  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - solanin a  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$  chaconin. Od sebe se jednotlivé glykosidy liší cukernou složkou v molekule. Celkově se všechny glykosidy označují jako solaniny. Největší podíl glykosidů je k naleznutí ve slupce hlízy a ve vnějších vrstvách a jejich obsah stoupá s podílem zelených hlíz. Tepelná úprava jejich obsah nemění.

Hnědnutí a tmavnutí brambor v syrovém i vařeném stavu způsobují fenolové sloučeniny. Z fenolových látek je nejvíce zastoupena kyselina chlorogenová se svými deriváty, kyselina kávová a aminokyseliny tyrosin. Fenolové látky jsou označovány za antioxidanty. Proti nežádoucímu tmavnutí zabraňuje kyselina citronová nebo askorbová (Vokál a kol., 2013).

**Dusíkaté látky v hlízách** bramboru tvoří jeden z nejvýznamnějších komplexů sloučenin, ve kterém jsou zastoupeny nízko i vysokomolekulární sloučeniny. V hlíze jsou nejvíce kumulovány těsně pod slupkou a pak v srdéčku hlíz. Hlízy brambor (v čerstvé hmotě) obsahují přibližně 2 % hmotnostní dusíkatých látek, ze kterých  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$  zaujímá tzv. čistá bílkovina (Rybáček, 1988). Bílkovina brambor není homogenní, ze 70 % ji tvoří globulin suberin a z 30 % albumin tuberinin. Takové rozdělení sledovalo rozpustnost bílkovin, v současné době se preferuje rozdělení hlízových bílkovin podle molekulové hmotnosti na tři hlavní skupiny (podle Prugar, 2007):

1. patatin (platinový komplex, tj. rodina platinových bílkovin)
2. skupinu inhibitorů proteáz
3. ostatní bílkoviny (hlavně bílkoviny s enzymovou účastí na syntéze škrobu).

Patatinové bílkoviny představují 20 až 40 % hlízových bílkovin a jsou považovány za hlavní zásobní bílkoviny hlíz. Skupina inhibitorů proteáz představuje celkem sedm tříd bílkovin s rozlišnými hodnotami izoelektrického bodu, které plní úlohu zásobních bílkovin a jako součást obranného systému. Jejich podíl tvoří 30 %. Kvůli inhibičnímu účinku této skupiny je nutná tepelná úprava hlíz ke konzumaci (Prugar a kol., 2007).

Kvalita bílkovin je určována zastoupením esenciálních aminokyselin, ze kterých má význam největší význam lyzin. Sírné aminokyseliny nejsou v hlízách významně zastoupeny. Bílkovina hlíz se ze 70-82 % se blíží kvalitě vaječných bílkovin díky obsahu esenciálních aminokyselin. K nebílkovinným dusíkatým látkám se řadí amidy, volné aminokyseliny aj (Bárta a kol., 2000a). Solanin je rovněž nebílkovinnou dusíkatou látkou, alkaloid, který při dávkách vyšších než 20 mg na 100 g hmoty působí toxicky na homoiotermní živočichy, při nižších koncentracích podmiňuje hořkost hlíz. Nejvyšší riziko potíží zaviněných solaninem je při konzumaci nevyzrálých nebo dlouhodobě uskladněných hlíz. Až 30-40 % alkaloidů se nachází ve slupce hlíz. Loupání „rizikovějších“ hlíz tedy snižuje možnost přivození zažívacích problémů vyvolaných solaninem. Obsah alkaloidů je ovlivněn odrudou, podmínkami růstu, zralostí hlíz a skladováním (Míča a Vokál, 1997).

Názory na ovlivnění obsahu bílkovin prostřednictvím dusíkatého hnojení nejsou jednotné. Obecně je uznáván názor, že dusíkaté hnojení zvyšuje obsah bílkovin v hlízách brambor. Se zvyšující se dávkou N se ale současně zvyšuje i obsah všech dusíkatých látek, jak bílkovin, tak i dusičnanů, amidů aj. (Bárta a kol., 2000b) Podobnou informaci uvádí i Hruška (1974), že syntéza bílkovin probíhá v nejranějším stádiu tvorby hlíz a následný přísun dusíkatých látek do zrající hlízy zvyšuje podíl převážně nebílkovinné složky. Nadměrné zastoupení nebílkovinných složek pak snadno může zavinět zhoršení kvality hlíz ve smyslu poklesu škrobnatosti a právě vyšší obsah dusičnanů (Míča a Vokál, 1997). K podobnému zjištění došli i Wadas a kol. (2005). Zjistili, že stupňované dávky dusíku na obsah N-látek vliv nemají, ale na podíl dusičnanů ano. Je možné, že na projev genotypu odrůdy stačí určité množství dusíku a jeho další nadbytky poslouží spíše k zvýšení podílu nebílkovinných látek. Rozdílné názory panují ve vlivu dusíku na kvalitu hlízových bílkovin. Někteří autoři (Bárta 2000, Míča a Vokál 1997) zastávají názor, že kvalita, tedy aminokyselinová skladba, se nemění, jiní se domnívají, že se zvyšující se dávkou hnojení klesá zastoupení esenciálních aminokyselin. Je možné, vyšší dávky dusíku zvyšují obsah tzv. čisté bílkoviny, nemají však účinek na aminokyselinové složení rozpustné nebílkovinné frakce. Intenzitou hnojení je však možné ovlivnit složení rozpustné nebílkovinné frakce. Se stoupajícím podílem bílkovin však stoupá i podíl nebílkovinných dusíkatých látek, např. dusičnanů, aminů nebo alkaloidů. Pro pěstitelé je důležité vystihnout správný poměr kvality a kvantity hlíz, která se

optimálně pohybuje mezi 40-60 kg N/ha (Míča a Vokál, 1997). Bárta a kol. (2000b) též zjistili, že obsah bílkovin v sušině hlíz vykazuje oproti škrobnatosti větší odezvu ke vzrůstajícím dávkám dusíkatého hnojení. Mezi škrobnatostí a obsahem bílkovin v hlízách tedy existuje negativně korelační vztah. Podle Bárty a kol. (1999) 50 % z celkového dusíku je ukotveno ve strukturách bílkovin, 15 % je uloženo v aminokyselinách, 23 % amidového dusíku se nachází v asparaginu a glutamin a 12 % zastupuje neproteinový dusík v glykosidech (solanin a chaconin) aj. sekundárních metabolitech.

**Tab. 1 Zastoupení forem dusíku v hlízách bramboru (Bárta a kol., 2000)**

<b>Procentické vyjádřené jednotlivých forem N ve zralé bram. hlíze při sušině 22,5 %</b>					
<b>Parametr</b>	<b>Celkový N</b>	<b>Organický N</b>	<b>Bílkovinný N</b>	<b>Nebílkovinný N</b>	<b>Dusičnanový N</b>
<b>obsah N v sušině (%)</b>	1,59	1,58	0,88	0,7	0,006
<b>% z celkového dusíku</b>	100	99,37	55,35	44,03	0,38

Pozoruhodnou součástí komplexu dusíkatých látek jsou **dusičnany**. 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. Rostlina ukládá přijatý nitrát do metabolického „meziskladu“, kde je redukován a následně převeden do vakuol, odkud je vydáván, případně kumulován (Richter a Hlušek, 1994). Podle Rybáčka a kol. (1988) představují dusičnany v hlízách celkem 4 % z celkového dusíku. Dále uvádí, že kumulace dusičnanů je vlastně nesoulad mezi příjmem a jeho aktuálním upotřebením v rostlinném organismu. Závislost mezi asimilací dusičnanů a fotosyntézou je podmíněna energetickou náročností redukce dusičnanů. Vyšší intenzita a množství slunečního záření zintenzivňují asimilaci přijatého dusíku a podporuje redukci dusičnanů. Redukce dusičnanů ale není vázána pouze na fotosynteticky aktivní plochy, ale probíhá v jakékoliv části rostliny, jestliže daná část obsahuje dostatek sacharidů k redukci dusičnanů. Maximálních výsledků je však

dosahováno v zelených pletivech. Rychlost redukce je právě stimulována intenzitou a množstvím slunečního záření.

Proces kumulace je silně ovlivňován mírou hnojení dusíkem, ale i množstvím srážek ve vegetaci. Je známo, že při sušším počasí lze očekávat i vyšší obsah dusičnanů v hlízách. Hnojení avšak neznamená totální příjem všech dodaných živin do půdy. Kromě hnojení se podílí míře kumulace dusičnanů nejvíce odrůda, její ranost (velmi rané kumulují nejvíce), pěstitelskou lokalitou a ročníkem (Bárta a kol., 2000). Kumulace dusičnanů vrcholí ve fázi plného květu, kdy rostlina bramboru přijímá 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 náchylnější ke kumulaci. Navíc Bárta a kol. (2000a) uvádí, že náchylnost podmiňuje nadměrné dusíkaté hnojení, nebo její opožděná aplikace. Se vzrůstajícím dusíkatým hnojením totiž kromě bílkovin stoupá i podíl nebílkovinných látek- dusičnanů aj. Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách limituje obsah nitrátů u hlíz sklizených do 15. 7. na hodnotu nejvýše 500 mg/kg čerstvé hmoty, u ostatních do obsahu 300 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 tak 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). Při reakci dusitanů se sekundárními aminy vznikají 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. Každý způsob úpravy brambor ke konzumu pak vede ke snížení obsahu dusičnanů. Záleží na způsobu úpravy nebo např. obsahu sušiny v hlízách. Obsahy dusičnanů se liší podle odrůdy, ročníku,

způsobu aplikace a množství dusíkatého hnojiva. Proto jsou stanoveny hygienické limity obsahu dusičnanů v hlízách brambor (Minx a Diviš, 1994).

**Tab. 2 Průměrné hodnoty obsahu významných látek v bramborové hlíze (podle Vreugdenhila 2007)**

Látka	Složení hlíz bramboru	
	v původní hmotě %	v sušině %
Voda	76	-
Sušina	23	-
Škrob	17,5	73,8
Celkový cukr	0,5	2,1
Hrub. N-látky	2	8,4
Celkový tuk	0,1	0,4
Celkový popel	1,1	4,6
Vitamín C	15 mg	63,6 mg
Thiamin (B1)	0,110 mg	0,4 mg
Riboflavin (B1)	0,051 mg	0,2 mg
Solanin	7,5 mg	35 mg

## 2.5 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. Výnos je dán (podle Rybáčka, 1988):

- biologickou hodnotou sadby
- správnou a dostatečnou výživou
- vytvořením rozsáhlého kořenového systému (dosah živin a vody)
- rychlostí fotosyntetického aparátu
- životností asimilace schopných listů
- odpovídajícím rozdělením asimilátů a uložení do zásobních orgánů

Úroveň výnosu je spoluurčována čtyřmi základními faktory:

- **počtem rostlin na jednotce plochy.** Počet rostlin je dán počtem vzešlých hlíz po redukci hlíz z celkového množství vysázených jedinců. Kushwah a Singh (2008) doporučují hustotu porostu 45.000 jedinců/ha, při které dosahují hlízy nejvyšší hmotnosti. Z pěstitelského hlediska rozhoduje o počtu i velikost sadbových hlíz, jejich biologická hodnota a i směr pěstování. (Minx a Diviš, 1994). Bussan (2007) uvádí, že vyšší hustota porostu snižuje počet hlíz pod trsem a jejich průměrná hmotnost může klesnout až o 20 % ve prospěch hlíz pod 40 mm.
- **počtem stonků.** Počet stonků na jedné rostlině je určen přímo použitou sadbou a jejím genetickým potenciálem. Je určen počtem aktivních klíčků, který je ovlivnitelný např. teplotou skladování. Při skladovací teplotě nad 7 °C se hlízy dříve probouzejí z dormance a je poměrně silný apikální růst. Přestože porosty z takto skladovaných hlíz mají rychlejší vývoj, mají nižší počet stonků, tak i hlíz, které dosahují vyšších hmotností. Sadba skladovaná



mezi 2-4 ° C má předpoklad tvorby většího počtu stonků (Minx a Diviš, 1994). Počet stonků na trs se obvykle pohybuje mezi 3-8 ks. Počet stonků lze regulovat počtem jedinců na ploše. Méně lze ovlivnit počet stonků na rostlinu (Pulkrábek, 2003).

- **počtem hlíz.** Pod jedním trsem bývá obvykle 10-14 kusů na rostlinu. Počet hlíz záleží na počtu stonků, průběhu počasí v době nasazování hlíz, na výskytu chorob a škůdců a i genetickém potenciálu odrůdy. Počet hlíz na ploše je možné ovlivnit zvýšením hustoty porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a snahou eliminovat vliv 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) rovněž zjistil nepatrný rozdíl počtu hlíz ve stupňovaných dávkách dusíku (0-160 kg N/ha) pouze rozdíl 0,5 hlízy. Počet hlíz je limitující faktor, který při jeho nízké hodnotě není možné kompenzovat (Rybáček, 1988).
- **hmotností hlíz.** Hmotnost jedné hlízy určuje hospodářský výnos. Z výnosotvorných prvků je nejvíce podmíněna prostředím a ročníkem (množstvím srážek) a intenzitou fotosyntézy. Všechny choroby a škůdci redukcující listovou plochu tak snižují potenciál výnosu. Je opodstatněné, aby porosty vzcházely co nejdříve (riziko jarních mrazíků), aby maximálně využily periodu dlouhého dne. V hustých sponách je vyšší zastoupení hlíz s nižší hmotností. Naopak u řídkých porostů s geneticky nízkým počtem založených hlíz (+ vliv stanoviště, hnojení a ročníku) je velký předpoklad pro přerůstání hlíz (Rybáček, 1988).

Výnosové prvky jsou propojeny korelačními vztahy. Je znám pozitivní korelační vztah mezi počtem trsů na hektar a výnosem hlíz. Čím více stonků, tím více hlíz. Současně se zde uplatňuje negativní vztah, že se zvyšujícím se počtem hlíz na jeden trs klesá hmotnost jedné hlízy (Pulkrábek, 2003). Na pozitivní vliv fosforu na počet hlíz poukazují Míča a Vokál (1995a). Vaněk (2002) udává, že výživa sice pozitivně ovlivňuje počet hlíz, ale na hmotnost hlíz působí především dostatečné množství

srážek vhodně rozdělených během vegetace. Vyrovnaná výživa pak působí příznivě na kvalitu hlíz.

## 2.6 Výživa a hnojení

Pěstitelem ovlivnitelný faktor výnosu je **výživa a hnojení** bramboru. Pro tvorbu výnosu má rozhodující význam a přímo ovlivňuje např. množství fotosynteticky aktivních listů, nebo odolnost rostlin vůči plísni bramboru apod. Nejvíce významnými prvky jsou dusík, fosfor a draslík. Právě těmto prvkům se věnuje další část literárního přehledu.

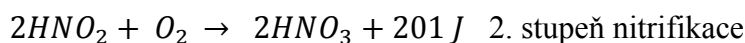
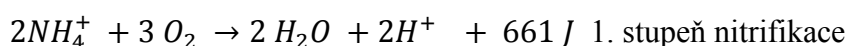
### 2.6.1 Výživa a hnojení bramboru dusíkem

Dusík je biogenním prvkem Země mající nezastupitelnou úlohu v životě organismů. Nejvíce je dusík zastoupen v atmosféře, kde tvoří většinový podíl 78 % objemových procent. Dusík v atmosféře se převážně vyskytuje jako dvouatomová molekula  $N_2$ , která však pro většinu rostlin (i brambor) není využitelná. 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 kolísá mezi 0,1- 0,2 %. 95-98 % je vázáno ve formě organických sloučenin, zbytek je zastoupen v minerální formě (Míča a kol., 1991). Primárním zdrojem dusíku v půdě jsou organické látky obsahující dusík – organická hnojiva, rostlinné zbytky apod. Pro přechod z formy organické na minerální je potřebná aktivní mikrobiální činnost v půdě. Obsah veškerého dusíku v půdě je poměrně stabilní hodnotou, protože je zabudován do poměrně těžce rozložitelných látek, např. se jedná o aromatická jádra huminových kyselin, fulvokyselin a huminů. „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 hlavní formy vznikají právě rozkladem organických látek obsahujících dusík, které jsou v půdě mineralizovány až na amoniak. Ať už se jedná o látky živočišného, anebo rostlinného původu, obě jsou postupně degradovány přes polypeptidy na aminokyseliny a následně působením deamináz až na amoniak. 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 plísně (*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. 1 Chemický průběh mineralizace (podle Hluška a Richtera, 1994)**



Intenzitu mineralizace organicky poutaného dusíku silně podmiňuje poměr prvků C:N (optimum 20:1), při vyšším poměru (nad 30:1) probíhá mineralizace pomalu (Ledvina a kol., 2000). Nízká intenzita mineralizace může nastat při neošetření zoražované slámy dusíkem ať průmyslového, nebo organického původu (Rybáček, 1988). 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, která rovněž potřebuje pro svou stavbu zejména amonný dusík. V půdě jsou činné i bakterie denitrifikační (Baier, 1962). Jejich přežití je založeno na redukci nitrátu na volný dusík nebo různé oxidy dusíku nemající pro přímou výživu rostlin žádný význam. Jejich činností vznikají ale škody ochuzením půdy o dusík, které mohou dosáhnout až 8 % min. N a až 20 % N z hnojiv (Richter a Hlušek, 1994). Obsah dusíku v půdě v předjaří odráží podmínky pro mineralizaci v proběhlém mimovegetačním období.

## Rostlinami přijatelné formy dusíku

Pro výživu rostlin jsou stěžejní dvě podoby dusíku – dusičnanový a amonný iont. Obě formy jsou mobilní, dobře metabolizovatelné, ale rozdílné ve zpracování rostlinou. Kromě zmíněných podob přijímají rostliny molekuly močoviny, aminokyselin aj. O formě příjmu dusíku (intenzitě a efektivitě) rozhoduje řada činitelů např. koncentrace sacharidů v pletivech, růstová fáze, klimatické a půdní podmínky, stáří rostliny aj. Extrémní výživa každou z nich může ovlivnit průběh metabolických procesů (Baier, 1985).

### Amonný iont

V půdním roztoku je iont amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) zastoupen jen v nepatrném množství v podobě amonné soli, která je okamžitě využitelná pro rostliny. Amoniakální dusík se částečně také nachází ve výměnné formě, a pokud je vytěsněn z výměnného sorpčního komplexu, může být rostlinami využíván. Určitý podíl  $\text{NH}_4^+$  je fixován v krystalové mřížce jílových minerálů, nejvíce illitem, nejméně kaolinitem. Další podíl je imobilizován biologickou sorpcí, jejíž stav není stálý, ale přímo úměrný počtu a aktivitě nitrifikačních organismů. V půdách mikrobiálně aktivních je obsah  $\text{NH}_4^+$  malý, protože je dále nitrifikován bakteriemi na dusičnanové ionty. Bakterie z takové činnosti získávají energii, proto za vhodných podmínek (15-30 °C, 40-60 % vlhkost a pH 6,2-9,2) probíhá mineralizace velmi intenzivně. Nitrifikace se chápe jako pozitivní jev zpřístupňující vázaný dusík, ale zároveň může docházet ke ztrátám rostlinami nevyužitého dusíku splavováním do nižších profilů anebo i denitrifikací. Ztrátu dusíku dodaného hnojiv se snaží řešit inhibitory nitrifikace (Richter a Hlušek, 1994, Baier 1985).

Větší momentální zastoupení  $\text{NH}_4^+$  se nachází v půdách méně biologicky aktivních, těžkých, kyselých a zamokřených, kde se doporučuje používat ke hnojení ledkové formy dusíku (Baier, 1985). Naopak příjem amonia dominuje v neutrálních až zásaditých půdních podmínkách. Při extrémní výživě amonným iontem dochází k nižšímu příjmu většiny iontů, zvláště kationtů  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  a je inhibován příjem nitrátového iontu (Baier a kol., 1988).

Při nízkých koncentracích  $\text{NH}_4^+$  dusíku v půdním roztoku lze vysledovat, že tato forma je pro rostlinu přijatelná bez požadavků na energii (ATP), neboť asimilace  $\text{NH}_4^+$  předpokládá pro metabolické použití pouze odštěpení vodíku z kationtu. Odštěpený vodík je vylučován do půdního roztoku, který se 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. Bylo zjištěno, že při čisté amoniakální výživě není deprese růstu způsobená kumulací dusíkatých iontů, ale vyčerpáním sacharidů, tím se rostlina zatěžuje, není schopná dostatečné utilizace, dochází k hromadění a následně k alkalizaci buněk. Současně volný amoniak brzdí fotosyntetickou fosforylací, omezuje dýchání a zhoršuje tak energetickou bilanci organismu rostliny. Takový fyziologický stav se projeví vystouplou nervaturou listů a zasycháním listů od špiček. Z toho vyplývá, že amoniakální dusík je dobře zpracovatelný pro rostliny, které mají dostatek sacharidů (Richter a Hlušek, 1994).

### **Dusičnanový iont**

Dusičnanový iont pro rostlinu má největší význam (Diviš a Švajnerová, 2008), přesto na poměru příjmu nitrátové a amoniakální podoby dusíku nejvíce působí půdní kyselost. Při pH 6,8 se příjem amonného a dusičnanového iontu vyrovnává, ale v kyselejší půdě je rostlinami upřednostňován příjem nitrátového dusíku. Jednostranná výživa  $\text{NO}_3^-$  zvyšuje syntézu organických iontů v rostlině a tak je stimulován příjem kationtů, hlavně draslíku a vápníku do rostliny (Richter a Hlušek, 1994). Před vlastním zužitkováním dusíku rostlinou je třeba jej redukovat na  $\text{NH}_3^-$ . Musí projít dvojitým procesem redukce. Redukce probíhá přednostně v tenkých koříncích, při nedostatku redukujících látek v kořenech pokračuje redukce v nadzemních orgánech rostliny. První stádium redukce  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$  probíhá v cytoplazmě buněk za pomoci enzymu nitrátoreduktázy, druhá fáze redukce je katalyzována nitritoreduktázou a ta mění  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NH}_3$ , která probíhá v chloroplastech za účasti enzymu ferredoxin (Havelka a kol., 1979). 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. Pokud redukce není dokonalá ani zde, kumulují se v rostlině dusičnany a ty zatěžují organismus rostliny. Jedním z důležitých

regulačních činitelů kumulace nitrátů je právě hnojení dusíkem. Akumulace nitrátů pak může být způsobena jednak nižší intenzitou osvětlení a zároveň vysokou intenzitou dusíkatého hnojení. Při teplotách půdy okolo 30 °C dochází k intenzivnímu příjmu NO<sub>3</sub>, ale snižuje se intenzita nitrátoreduktázy. Z oblasti výživy působí na činnost nitrátoreduktázy molybden, který v případě jeho deficitu dochází ke kumulaci dusičnanů a snížení aktivity nitrátoreduktázy. Rostlina přijatý nitrát ukládá do metabolického meziskladu, kde dusičnany podléhají redukci, anebo do vakuoly, kde nepodléhá redukci, ale je právě pouze kumulován. Redukce nitrátů probíhá u rostlin v nadzemní i podzemní části. Hlušek a Richter (1994) dále uvádí, že např. v podzemní části xylém obsahuje 95-99 % dusíku v dusičnanové formě. To svědčí o významu dusičnanového iontu při výživě rostlin.

Převaha příjmu dusičnanového iontu nezpůsobuje omezení pro ostatní prvky. Vznikající ionty OH<sup>-</sup> mohou být použity v rostlině nebo převedeny do živného prostředí, a tak zvyšovat jeho pH. (Baier a kol., 1988).

### **Močovina**

Močovina může být rostlinami přijímána rostlinami po jejím rozkladu v půdě ureázou, nebo ve formě molekul především při foliární výživě. V přirozeném půdním prostředí přijímají rostliny močovinu po jejím rozkladu na  $NH_4^+$  nebo dále na NO<sub>3</sub>. Hlušek a Richter (1994) uvádí, že při nádobových pokusech působí močovina depresi růstu označovanou jako fytotoxicita močoviny. Její příčiny pramení ve vysokém obsahu biuretu, který je nežádoucí součástí močoviny. Způsobuje mezižeburní žloutnutí listů, jejich zasychání od špiček nebo deformace listů. Příčinou takových stavů je blokáce centra fixující amoniak v Krebsově cyklu. Amoniak pak není rostlina schopna zabudovat kvůli nedostatku energie

### **Vliv dusíku na výnos**

Rostlinami přijatý minerální dusík rostliny postupně přijímají k tvorbě organických látek obsahujících právě dusík. První dusíkaté organické látky vznikají z organických ketokyselin (k. oxalátová a  $\alpha$ -ketoglutarová) a amoniaku aminokyselin (k. asparagtová a glutamová). Tyto kyseliny vznikají při metabolismu sacharidů (Míča a Vokál, 1997). Z nich se pak mohou syntetizovat další aminokyseliny. Ty se spojují do řetězce peptidovou vazbou (-CO-NH-), která vzniká z karboxylové

skupiny jedné a amino – skupiny druhé (Kolář a kol., 2000) a vznikají oligopeptidy a bílkoviny. Proteiny se nachází ve všech živých buňkách (součást plazmatické membrány, mitochondrií, ribozómy aj.), dělivých pletivech, enzymech aj., kde mají rozhodující vliv na vlastní tvorbu biomasy, tj. především v mladých orgánech, dělivých pletivech, enzymech aj., které se významně podílí na životě rostlin. Dusík je rovněž podstatnou částí chlorofylu, kde kooperuje s hořčíkem (Vaněk, 2002). V zelené rostlině bramboru zabírají z celkového obsahu N proteinové látky asi 80-85 %, nukleové kyseliny asi 10 %, 5 % zaujímá rozpustný aminodusík. Velkou předností dusíku je jeho recyklace rostlinou, tedy možnost jeho reutilizace. Se schopností reutilizace úzce souvisí i schopnost translokace dusíku v rostlině (Richter a Hlušek, 1994).

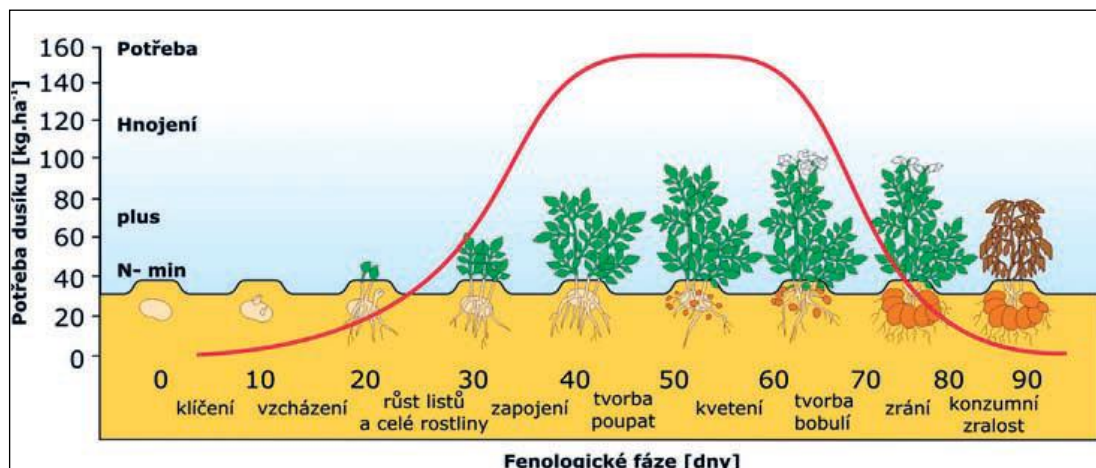
Z teoretických znalostí uplatnění dusíku vyplývá, že hnojení a výživa dusíkem je jedním z intenzifikačních faktorů při pěstování brambor s významným podílem na výši hospodářského výnosu a jeho jakosti. „Základním předpokladem pro vysoký hospodářský výnos brambor je asimilační schopnost (Hruška 1974, Haberland 2012).“ Dusík podporuje růst listů a tvorbu chlorofylu (N je jeho součástí). Na 1 kg listové hmoty připadá 1,23-3,38 g chlorofylu, ve kterém jsou zabudovány až tři čtvrtiny veškerého dusíku v buňce. (Rybáček, 1988). Podstatou fotosyntézy je přeměna energie záření na energii chemickou, důležitou při syntéze organických látek - škrobu. Existuje souvislost mezi intenzitou hnojení a intenzitou fotosyntézy. Nedostatek některého z hlavních prvků (N, P, K) zpravidla snižuje intenzitu fotosyntézy (Hruška, 1974).

Bramborový trs přijímá živiny téměř po celou vegetační dobu, přesto do začátku kvetení přijme rostlina asi 80 % všech přijímaných živin za vegetaci (Rybáček, 1988). K největšímu dennímu odběru dusíku dochází mezi 35-65 dnem po zasazení. Nejrychleji rostlina přijímá draslík, potom dusík a nejpomaleji fosfor (Hruška, 1974). Dusík přímo působí na výnos a kvalitu brambor, ale se zvyšující se dávkou klesá jeho účinnost. Vokál (2000) tvrdí, že u dávek 50 kg/ha připadá na 1 kg dusíku přírůstek výnosu kolem 100 - 120 kg hlíz, ale u dávek nad 120 kg N/ha dochází k nárůstu jen o 20-30 kg hlíz. Platí tak, že dávka do 120 kg N zvyšuje celkový výnos hlíz, snižuje podíl frakce pod 35 mm, ale zároveň zvyšuje podíl hlíz nad 7 cm hlíz nad 70 mm, které se sice pokládají za konzumní, ale jejich vlastnosti po zpracování nemusí splňovat jakostní požadavky a varné určení odrůdy (Bárta a Diviš 2004, Al-



Rashdan, 1994). Dupuis a kol. (2009) prováděli pokus s rostoucími dávkami dusíku a potvrdili, že se stupňující se dávkou se zvyšuje podíl hlíz nad 40 mm. Přehnaně vysoké dávky dusíkatých hnojiv nepřináší ekonomický efekt, ale negativa spojená s větším podílem malých hlíz, zhoršenou chutí stolních hlíz nebo zhoršený zdravotní stav hlíz (Kasal a kol., 2010). Navíc dávka 150 kg N/ha představuje riziko v kontaminaci podzemních vod.

Obr. 2 Potřeba živin ve vztahu k fenologické fázi (Maier, 2009)



## Poruchy ve výživě dusíkem

### Projevy nadbytku dusíku

Nevyvážené dávky dusíkatých hnojiv působí ze tří hlavních živin N, P, a K nejznatelnější změny v chování porostu brambor. Disproporce dusíku zasahuje jak do morfologických, tak i fyziologických pochodů v rostlině. Dochází ke změnám i ve vlastních hlízách.

Nadbytek dusíku se u rostlin pozná podle sytě zelených přerostlých porostů s převažujícím dlouhým růstem (riziko rozklesnutí natě). Nadměrná dávka N totiž podporuje růst listové plochy, která při nadbytku není efektivní, neboť listy si navzájem stíní a vlastně si konkurují (Vaněk, 2002). Může tak docházet i k nízké produkci asimilace (NAR). S ohledem na hospodářský výnos bramboru dusík v nadbytečném množství oddaluje tuberizaci (Diviš a Švajnerová, 2008). Vysoké dávky dusíku snižují stupeň dormance hlíz na skládce a stimulují metabolismus,

čímž vznikají ztráty vydýcháním. Nepřímo se zvyšuje výskyt skládkových chorob také po mechanickém poškození hlíz vzniklým při manipulaci s hlízami, protože hlízy z přehnojených porostů nemají řádně vyztáhlá pletiva a jsou méně odolná nárazům při manipulaci (Grocholl, 2007). Jednostranné hnojení dusíkem podporuje vyšší výskyt nežádoucích dutých hlíz. Na zhoršující se jakost hlíz upozornil Skrabule a kol. (2012) i Casa a kol. (2005), který zjistil, byť s nízkou průkazností, korelační vztah mezi zhoršenou chutí a stoupající dávkou dusíku nad 120 kg/ha. Se zvyšující se dávkou dusíkatých hnojiv zpravidla klesá koncentrace kyseliny citrónové v hlízách, která má stabilizační funkci v barvě sušiny (šednutí) a rovněž dochází k poklesu obsahu sušiny (Rybáček, 1988).

Porosty s nevyváženou výživou, jednostranně dusíkem vyhnojené, jsou méně odolné vůči plísni bramboru). 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. Lze poznamenat, že tyto faktory minimálně vytváření ideální podmínky pro šíření plísně bramboru. Reálné napadení plísní bramboru je závislé na ročníku a lokalitě (Hausvater, 2011).

Při přehnojení a následném nadměrném příjmu se dusík kumuluje až do okrajů listů, kde při překročení hranice toxicity vyvolává nekrózy, zasychání okrajů listů, případně i úplné 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).

### **Projevy nedostatku dusíku**

Rostliny deficitní na dusík jsou světlé zelené až žluté a zaostávají v růstu (Vokál, 2000). Světlejší barvu listů způsobuje nedostatek chlorofylu v listech, protože chlorofyl ve starších listech je odbouráván a dusík z něj je přesouván rostlinou do vegetačního vrcholu, popř. jiných orgánů s aktivními dělicími meristémy. Reutilizace chlorofylu je vlastně obrannou reakcí organismu ve snaze omezit nepříznivé podmínky. Nedostatek dusíku totiž způsobuje snížení exportu cytokininů z kořenů do stonku a zmenšuje se syntéza giberelinů, a následně se snižuje růst nadzemních částí

(Rybáček a kol., 1988). Snížená plocha olistění znamená snížení fotosyntézy. Společně s omezením tvorby nadzemní hmoty dochází k útlumu příjmové kapacity kořenů (Vaněk, 2002).

U porostů brambor s deficitem dusíku se zkracuje vegetace, rychleji dozrávají (ztráta potenciálního výnosu). Produkce z takových porostů je méně kvalitní. Čím dříve během vegetace dojde k deficitu dusíku, tím horší jsou následky. Jestliže po celou dobu vegetace je dobré zásobení dusíkem žádoucím, k jejímu konci je naopak potřebné, aby rostliny měly velmi omezenou nabídku dusíku pro správné fyziologické dozrání (Baier, 1988). Mírný nedostatek dusíku je naopak žádoucí při dozrání plodin, kdy omezená nabídka vede k lepšímu vyzrání, které se odráží v lepší skladovatelnosti, zlepšení stolních hodnot u konzumních odrůd (Hruška 1974, Rybáček 1988, Kasal a kol. 2010).

Obr. 3 Projevy nedostatku dusíku (Pulkrábek, 2003)



## Hnojení minerálním dusíkem

Hnojení minerálními dusíkatými hnojivy se provádí zásadně na jaře, protože při podzimní aplikaci hrozí riziko vyplavení dusíku bez využití do nižších vrstev půdy. Při obvyklém průběhu zimy se může splavit z ornice až 70 kg N/ha (Baier, 1985). Zpravidla 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 z technických a časových důvodů před výsadbou (Diviš, Švajnerová, 2008). Každopádně je vždy nutné provést aplikaci hnojiv co nejrovnoměrněji bez vzniku přehnojených míst, které s sebou přinášejí komplikace zapříčiněné nadbytkem dusíku. Rozvedení způsobu aplikace minerálních hnojiv je dále rozvinuta v samostatné kapitole.

Při jarním hnojení současně s výsadbou se doporučuje 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 snížení nitrifikačních pochodů za účelem prodloužení jeho využitelnosti pro rostliny se používají hnojiva obsažená s inhibitory nitrifikace. Podobným způsobem pracuje inhibitor ureázy, který tlumí intenzitu přeměny amidového dusíku (močovina) na amonný. Kasal a kol. (2010) uvádí, že pro brambory jsou tyto inhibitory vhodné jak pro plošnou, tak lokální aplikaci. U brambor se obvykle používá před výsadbou síran amonný, lze použít i močovinu, nebo kombinovaná vícesložková hnojiva, případně DAM 390. Foliární hnojení – nejčastěji 8 % močovinou má doplňující charakter, takové hnojení působí velice rychle a účinně, navíc se vjezd do porostu kvůli přihnojení může sloučit s ošetřením fungicidy (Vaněk, 2002). Foliární přihnojení však nikdy plně nenahradí nedostatky vyhnojení půdy, které je prvořadé (Kasal a Čepl, 2003). Mezi dusíkatými hnojivy běžného prodeje není z hlediska fyziologie bramboru žádný rozdíl, výběr hnojiva spíše ovlivňuje půdní charakteristika.

## Specifika hnojení dusíkem podle délky vegetace a užitkových směrů

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

U **sadbových porostů** jsou voleny nižší dávky dusíku z několika důvodů. Primárním požadavkem je vysoký podíl hlíz do 80 g, za druhé včasné vyzrání a sklizeň bez průtahů, které exponují porost delší dobu pro možný přenos virových chorob. Požadují se hlízy zdravé, s vysokou biologickou a sadbovou hodnotou (Kasal, 2010). U **konzumních brambor** (především při šlechtění a zkoušení nových odrůd) se hodnotí i organoleptické vlastnosti. Dusík je spoluurčuje velkou měrou. Dusík do určité dávky zvyšuje pevnost hlíz, obsah bílkovin a následně tak i lojovitost (Hamouz, 2007). U konzumních brambor záleží kromě výšky výnosu a nutriční hodnoty) na dobré úrovni konzumní hodnoty hlíz (chuť, vůně, konzistence, barva a celkový vzhled) (Hruška, 1974). Přiměřený obsah škrobu (nezhoršený vysokým hnojením dusíku) podmiňuje moučnatost hlíz, při příliš vysokém obsahu škrobu se stávají hlízy rozvářivými (Míča a Vokál, 1995). Při převaze dusíku nad ostatními makroprvky dochází ke zhoršování vnitřní kvality hlíz - snížení obsahu sušiny, snížení škrobnatosti nebo vyššímu zastoupení nebílkovinných molekul (Míča a Vokál, 1997). Zvýšení, anebo snížení, aplikovaného minerálního dusíku 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, který je hlavním kritériem při výkupu pro zpracování. Dávka N by měla být tím nižší, čím vyšší má být obsah škrobu a sušiny v hlízách, nebo tím větší, čím větší má být hektarový výnos hlíz i škrobu (Čepl, 2005).

**Tab. 3 Doporučené dávky dusíku podle ranosti a typu porostu**

Použitá dávka hnoje t/ha	Délka vegetační doby	Dávka N v kg/ha		
		Množitelské porosty	Brambory pro výrobu škrobu	Brambory konzumní a pro potravinářské výrobky
bez hnoje	velmi rané a rané	110	120	120
	polorané	85	110	110
	polopozdní	50	90	90
20	velmi rané a rané	100	120	100
	polorané	75	100	90
	polopozdní	45	80	80
40	velmi rané a rané	90	110	100
	polorané	65	90	90
	polopozdní	40	70	70
60	velmi rané a rané	80	90	90
	polorané	55	80	80
	polopozdní	40	60	60

### Výpočet dávky dusíku

Na množství 10 t hlíz a natě spotřebuje 40-50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 8,4kg Mg, 22 kg Ca. Brambory se řadí k plodinám, ke kterým je výhodné aplikovat organická stájová hnojiva (hnůj, kejda) (Čepl, 2005). Počítá-li se, že hnůj střední kvality celkově obsahuje v 10 t hmoty zhruba 48 kg N, 11 kg P, 51 kg K, tak prvním rokem se uvolní (zpřístupní) procesem mineralizace 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 (Baier, 1985). Diference dávek živin odvozená od dávky hnoje počítají, že čím vyšší dávka hnoje, tím intenzivněji probíhá mineralizace organického dusíku (Vokál, 2000).

**Tab. 4 Příklad kalkulace dusíku (Vokál, 2000)**

Použité hnojivo a dávka	Termín aplikace	Obsah N v hnojivu	Započtený N
Hněj 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 % (200x 0,46) = 92 kg N/ha	92 kg N/ha
Celkový přívod dusíku k plodině			172 kg/ha**

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 stanovení předpokládané spotřeby živin se zohledňuje 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 je možné určit 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 upravuje 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 kořením 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 uvažovat o vypuštění hnojení dusíkem, nebo omezit na minimální dávku 40 kg N/ha. Při nižším obsahu  $N_{an}$  v úrovni 10-20 mg/kg se dávka zvyšuje 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 se doporučuje během vegetace kontrolovat. Na základě výsledků analýz (ARR, N-tester) výživného stavu porostu v období tvorby pupat se případně přihnojí porost dusíkem (Kasal a kol., 2010). Za kritickou hodnotou pro dusík se považuje hodnota 4,5 % N v sušině listů středního patra (obvyčejně čtvrtý list od vrcholu) (Čepl, 2005). Při nižší hodnotě je třeba dusíkem přihnojit. Vhodné je použít nejvýše 8 % roztok močoviny (v praxi nejlepší účinnost). Spolu s tímto ošetřením se často provádí 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).



## **Nitrátová směrnice**

Ochranu vod, regulaci hnojiv a jejich používání legislativně upravuje tzv. nitrátová směrnice, která je součástí zákona č. 254/2001 Sb, o vodách. „Podle nařízení vlády č.103/2003 Sb. množství celkového dusíku aplikovaného ročně na zemědělskou půdu ve statkových, organominerálních a organických hnojivech nesmí v průměru zemědělského podniku překročit limit 170 kg/ha (Čepl, 2005).

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).

## 2.6.2 Výživa a hnojení bramboru fosforem

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. Přírodním 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 wawelitu (Al). Podoby fosforu jsou několikeré. 35-75 % fosforu je vázáno v **anorganických vazbách**, ve kterých fosfor vytváří sloučeniny podle kyselosti půdního prostředí. V alkalickém prostředí jsou to apatity (fluorapatit, hydroxidapatit) a fosforečnany vápníku (fosforečnan vápenatý, hydrorogen fosforečnan vápenatý a dihydrogen vápenatý). V kyselém prostředí je vázán ve fosforečnanech hliníku a železa. Anorganické vazby jsou těžko dostupné, především hlinité a železité sloučeniny, lehce přístupný je pouze dihydrogenfosforečnan vápenatý, méně přístupný je pak fosforečnan vápenatý. K vytváření vazeb nepřístupného fosforu (retrogradaci) dochází při převaze iontů železa nebo hliníku (v kyselých půdách, popř. vápníku (v zásaditých půdách) (Havelka a kol., 1979).

Další formou je podoba **organická**, která může zastupovat 25-65 % fosforu. Jedná se o organické látky z odumřelých organismů, postupně zpřístupňované mineralizací. Organicky poutaný fosfor převažuje ve fyтинové podobě. Kromě té je P součástí fosfolipidů, NK aj. organických sloučenin buněk organismů. V kyselých půdách převažují fytáty s železem nebo hliníkem, na zásaditých s vápníkem. Fyтин je však velmi málo reaktivní, a tak rostlinami omezeně využitelný. Přijatelnost fosforu vázaného v organických látkách je závislá na rychlosti mineralizace organické hmoty. Mineralizací uvolněný fosfor následně přechází do půdního roztoku (Míča a Vokál, 1995a). V lučních půdách organická podoba P převládá (Richter a Hlušek, 1994).

**Fyzikálně chemická sorpce** zastupuje jen malý podíl fosforu, který je vázán na sorpční komplex. Volný fosfor, rovněž v malé míře, se nachází v půdním roztoku v podobě iontů  $\text{H}_2\text{PO}_4^+$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Přístupnost fosforu ze sorpčního komplexu se snižuje současně s kyselostí půdy.

Obsah **ihned přístupného (tj. labilního)** fosforu je nízký, neboť takto volný fosfor často přestupuje do nepřístupných forem. Na příjem fosforu působí pozitivně dostatečná vlhkost půdy, dostatek organických látek a zejména příznivá hodnota pH půdy (5,5-7). Fosfor dodaný do půdy 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. Nepřístupné formy fosforu nevznikají ihned, ale přes tzv. amorfní stádium, které je ještě rostlinám přístupné, pak následuje přechod do sloučeniny s krystalickou mřížkou. Při jeho zvrhávání dochází ke klesání přístupného labilního fosforu a stoupá podíl chemicky vázaného stabilního fosforu, který zůstává v půdě rostlinami bez využití. Pro předcházení retrogradace fosforu je nutné do půdy dodávat dostatek organické hmoty a udržovat optimální půdní reakci. Současně je třeba se věnovat vodnímu režimu v půdě apod., aby došlo k vytvoření optimálních podmínek i částečné remobilizaci fosforu, která je ale velmi pomalá (Baier, 1985).

Bramborem je fosfor přijímán ve formě  $\text{H}_2\text{PO}_4^+$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Jeho příjem je kompenzován výdejem aniontů  $\text{OH}^-$  a  $\text{HCO}_3^-$ . Přijatý fosfor je rostlinou rychle metabolizován do organických sloučenin a rychle transportován do míst největší spotřeby a důležitosti pro rostlinu, a sice do mladých listů, vegetačního vrcholu, květů a plodů. Nejvyšší zastoupení fosforu připadá právě na květy a semena (Vokál, 2000).

Fosforečná kyselina snadno reaguje s hydroxylovými skupinami organických látek za vzniku organofosfátů, kterými se rozumí estery sacharidů, glycerolu aj. Za velmi významné se považují fosforečné estery heteroglykosidů, tedy nukleotidy, jejichž sacharidovou část vytváří ribóza a nesacharidovou složku purinová nebo pyrimidinová báze. Nukleotidy plní obecně v organismech důležité funkce. Nukleotidy se podílí na předávání genetické informace, kdy jsou stavebními prvky nukleových kyselin. Dále jsou nukleotidy aktivní v řadě biosyntéz, kde hrají roli aktivátora v řadě biosyntéz. Nukleotidy se účastní rovněž procesů jako přenašeči energie v biologických systémech. Nejznámější z nich je adenosintrifosfát (složený z purinové báze, ribózy, zbytku k. trihydrogenfosforečné, dvou makroenergetických vazeb a adenosindifosfátu (ADP)). Vztah mezi těmito látkami je úzký. Při příjmu energie vzniká z ADP a fosforylačního činidla ATP, který naopak při zpětném

rozkladu na ADP uloženou energii uvolní. Adenosinové nukleotidy patří k součástem důležitých kofaktorů enzymů. Kofaktory jsou nebiřkovinné části enzymů, které se účastní přenosu atomů nebo elektronů při biochemických reakcích, které enzymy katalyzují. K nejznámějším patří NADP<sup>+</sup> a FAD. Je tedy zřejmé, že role fosforu je rozhodující v biochemických reakcích a zejména v přenosu energie. Z toho vyplývá, že pokud není rostlina dostatečně vyživená fosforem, dochází k poruchám k přenosu energie ve fotosyntéze a následně k nižší efektivitě produkce. Podobně působí i nedostatek vody, který snižuje oxidačních fosforylací a narušuje tvorbu ATP (Vaněk, 2002).

Rostliny optimálně vyživené fosforem dříve přecházejí do generativní fáze, dříve dozrávají a mají tak kratší vegetační dobu. Velmi důležitou roli hraje fosfor při generativních procesech, kdy iniciuje kvetení, tvorbu plodů a jejich jakost. Přímý vztah má fosfor i k jakosti výnosu. Přímou ovlivňuje obsah a kvalitu škrobu (Míča a Vokál, 1995a). Fosfor spolu s draslíkem pozitivně působí na metabolismus sacharidů, ač ve výsledném produktu nejsou sacharidy obsahovány (Rybáček, 1988).

Během vegetace je fosfor rostlinami přijímán rovnoměrně. Faktorů, které ovlivňují příjem fosforu je podle Míči a Vokála (1995a) několik: obsah P v půdě, dodaný fosfor ze všech hnojiv, ekologické podmínky, osvojovací schopnost odrůdy, stará půdní síla aj. Právě fosfor z půdní zásoby má podle nich největší význam. Obtíže v příjmu mohou nastat při chladných jarních periodách, kdy rostliny, které v tu dobu mají ještě slabé kořeny, nejsou schopné dosáhnout na potřebné množství. Žádoucí ale je, aby rostliny měly pohotovou nabídku již od prvních vegetačních dnů. Brambory mají osvojovací schopnost fosforu střední.

Dostatečný příjem fosforu rostlinou zlepšuje odolnost bramborové rostliny, zlepšuje vnitřní i vnější jakost hlíz a částečně spoluurčuje výnos (Minx a Diviš, 1994). Fosfor zvyšuje počet hlíz, ale už neovlivňuje jejich velikost. Mírně však zlepšuje jejich odolnost vůči mechanickému poškození. Obsah škrobu a jeho kvalita je zlepšována fosforečným hnojením. Fosfor je úzce spjat i se stolními hodnotami brambor- vyšší dávky podporují rozvářivost, ale chuť naopak zlepšují. Optimalizace hnojení bramboru urychluje vývoj a dozrávání rostlin, podporuje vývoj kořenového systému a kladně ovlivňuje biologickou hodnotu sadby. Při nadměrném příjmu je rostlinou ukládán do zásoby a pak je zpětně užíván. Nadbytečný fosfát se ukládá

převážně ve vakuolách. Pohyblivost fosforu je poměrně dobrá, protože často bývá fosfor několikrát recyklován. Příjem je ovlivněn několika faktory. Nízká teplota brzdí příjem fosforu, sluneční záření naopak zintenzivňuje jeho příjem.

### **Projevy nedostatku fosforu**

Nedostatek P způsobuje zakrnělé trsy s tuhými, od okrajů jakoby popálenými listy. Listy jsou až tmavě zelené, často mírně do červena. Dozrávání trsů bývá opožděno. Na řezu hlíz mohou být železité tečky. 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 pak tím markantnější, čím dříve v ontogenezi rostliny k němu došlo. Při nedostatku fosforu je nejprve mobilizován fosfor z rezerv rostliny, anorganický fosfát a polyfosfáty z vakuol. Zřetelný nedostatek fosforu se projevuje méně často, přesto biochemické procesy v buňkách jsou narušeny, neboť nedochází k optimálnímu transportu fosforečných esterů sacharidů z chloroplastů (Vaněk, 2002).

Hluboký nedostatek fosforu se projevuje podobně jako nedostatek dusíku. Rostliny zaostávají v růstu a předčasně shazují starší listy. Nedostatek fosforu inhibuje růst listu výrazněji než tvorbu chlorofylů, to pak způsobuje tvorbu tmavších listů v důsledku zvýšeného obsahu chlorofylů na jednotku plochu listu. Nedostatek fosforu se nejčastěji projeví až při tvorbě semen a plodů, kdy se zhoršuje jejich jakost. Fosfor je dobře transportovatelný a ze starších se přesouvá do mladších (Pulkrábek, 2003).



#### Obr. 4 Projevy nedostatku fosforu (Pulkrábek, 2003)

### Projevy nadbytku fosforu

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

### 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 nejlépe 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 se může využít jeho kombinace s dusíkatými hnojivy, 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. Vaněk (2002) udává, že roční přísun fosforu do půdy by se měl pohybovat mezi 30-45 kg P/ha. Podobnou informaci ve vztahu k bramboru potvrzují i Minx a Diviš (1994), neboť podle nich rostlina bramboru při výnosu 40 t/ha spotřebuje 35 kg P/ha.

Tab. 5 Doporučené dávky fosforu v  $\text{P}_2\text{O}_5$  podle zásoby v půdě a ranosti odrůdy (Vokál, 2000)

Dávka hnoje t/ha	Délka veg. doby	Zásoba v půdě	
		vyhovující až dobrá	velmi nízká
bez hnoje	velmi rané a rané	65	100
	polorané a polopozdní	65	100
20	velmi rané a rané	65	115
	polorané a polopozdní	65	115
40	velmi rané a rané	85	115
	polorané a polopozdní	85	130
60	velmi rané a rané	100	130
	polorané a polopozdní	115	150



### 2.6.3 Výživa a hnojení bramboru draslíkem

Draslík patří k nejdůležitějším prvkům hnojení. Je přijímán rostlinami jako  $K^+$  a brambory jej z půdy odčerpávají ve velkém množství.

Celkový obsah v draslíku v půdě může dosahovat až 2,5 %, neboť jeho množství závisí na složení matečních hornin a přítomnosti jílových minerálů, ve kterých je draslík vázán. Jednou z nejdůležitějších forem draslíku je **podíl nevýměnného draslíku**, který 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). Draslík může být vázaný v krystalové mřížce minerálů (živce, slídy) a v mezivrstvách krystalové mřížky jílových minerálů (Havelka a kol., 1979).

Do podoby nevýměnného draslíku se počítá i **draslík v organických strukturách**. Organický podíl draslíku tvoří jen malý podíl z celkového množství K v půdě. Podle Baiera (1985) je hmotnost organicky vázaného dusíku mezi 25-50 kg K/ha.

Další formou nevýměnného draslíku je **fixovaná forma** poutaná rozložitelnými 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. Obecně platí, že kapacita  $K^+$  je vyšší v jílovitých půdách, popř. vrstvách. Při čerpání zásob draslíku je nejdříve odčerpáván výměnný draslík na povrchu jílových minerálů, následně výměnný draslík poutaný na okrajích lamel a nakonec i draslík poutaný v meziprostorech. Na místa uvolněná v mezivrstvách pak přicházejí kationty-  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  a  $Mg^{2+}$  aj. Takto vyčerpané jílové minerály při hnojení draslíkem nejdříve nasatí svoje meziprostory, až následné větší dávky jsou dostupné pro rostliny. Intenzita fixace se snížením pH slabne, naopak stoupající pH fixaci umocňuje. Důvodem snížení fixace je, že v kyselých půdách jsou  $H^+$  vázány na nosiče sorpce a mohou být jen těžko vyměněny za  $K^+$ , proto vyvápněním těchto půd se fixace draslíku zvýší. Na půdách,



kteře značně fixují draslík (jílovité, těžší půdy), je řešením úprava půdní reakce a intenzivní přívod organické hmoty do půdy (Richter a Hlušek, 1994)

**Výměnný draslík** zahrnuje ionty  $K^+$  vázané fyzikálně chemickou sorpcí na povrchu půdních koloidů, odkud nevytěšňován 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. Při odčerpání rostlinami je doplňován ze sorpčního komplexu. Obsah výměnného K (z celk. obsahu K) kolísá od 0,8 % u písčitych půd k 3 % u černoze (Baier, 1985). Výměnný draslík má pro výživu rostlin mimořádný význam, protože takto vázané ionty  $K^+$  jsou z převážné části snadno přístupné, nepodléhají rychlému vyplavení ani výrazněji nezvyšují koncentraci solí v půdním roztoku. Výměnný draslík přijímají rostliny buď přímo kontaktní výměnou za  $H^+$ , nebo nepřímo přes rovnovážný stav mezi draslíkem v půdním roztoku a draslíkem výměnným. V průběhu vegetace se obsah výměnného i rozpustného draslíku v půdě snižuje. Stanovení obsahu přístupného draslíku v půdách ČR je prováděno na základě zjištění obsahu výměnného draslíku.

**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. Jeho množství se během vegetace mění díky odčerpávání rostlinami, mineralizací a hnojením. Mezi formami draslíku v půdě platí dynamicky rovnovážný stav. Průběžně se vychyluje odběrem živin, hnojením, vyplavováním živin, mineralizací a zvětráváním. Po každém porušení se znovu ustavuje (Richter a Hlušek, 1994).

Vliv draslíku na enzymatickou aktivitu je rovněž významný. Podporuje tvorbu a aktivuje esenciální koenzymy ( $ATP$ ,  $NADP^+$ ), základních syntetických fyziologických pochodů. Draslík se výrazně podílí na fotosyntéze, a sice na transportu elektronů v tylakoidních membránách chloroplastů. Při dostatečném zásobení rostlin draslíkem dochází k lepšímu průběhu fotoredukce a fosforylace. To znamená vyšší poutání energie do  $ATP$ , stoupá intenzita fotosyntézy, a výsledně vzniká více sacharidu. To zřejmě zapříčiňuje relativně vysokou spotřebu draslíku brambory. Dále draslík funguje jako důležitý aktivátor enzymů. 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. Draslík také ovlivňuje otevírání průduchů. Při dobrém výživném stavu draslíkem rostliny lépe hospodaří s vodou a snižují tak transpirační koeficient. Ovlivňuje osmotický tlak a vlastně i turgor, které zabezpečují rostlinám vodní hospodářství. Díky jeho pohyblivosti umožňuje transport i ostatních látek v rostlině jako např. sacharózy, která je ukládána do zásobních vakuol prostřednictvím draslíkových pump (Vaněk, 2002).

Při harmonické výživě draslíkem dochází k lepšímu vyzrávání pletiv a anatomické stavbě buněk, jejichž stěny jsou silnější. Vyšší obsah draslíku v hlízách podmiňuje menší zabarvení dužniny. Se vzrůstající dávkou draslíku stoupá výnos hlíz, ale zároveň se snižuje škrobnatost (Vokál, 2000). Podle Míči a Vokála (1999b) draslík zvyšuje podíl hlíz o vyšší hmotnosti, zvyšuje odolnost vůči poškození hlíz, ale naproti tomu udávají, že nadměrné dávky draslíku může dojít ke snížení obsahu sušiny nebo snížení obsahu škrobu. Rovněž uvádějí, že draslík má předpoklady ke zvyšování obsahu vitamínu C, zmiňují kladný vztah draslíku ve smyslu omezování intenzity černání po uvaření.

## Projevy nedostatku draslíku

Obr. 5 Projev nedostatku draslíku (Richter, 2004)

Nedostatek draslíku způsobuje tmavnutí a lesknutí lístků, starší listy se vybarvují do bronzova. Na spodní straně listů se vytváří 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. Postižené rostliny jsou malé s kratšími internodii. Lístky jsou stočené směrem dolů (Vaněk, 2002).

Deficit draslíku zasahuje i do vodního režimu rostlin, protože je součástí průduchových buněk a ty při jeho nedostatku nejsou plně schopné regulovat turgor. Rostliny postižené nedostatkem draslíku tedy hůře vzdorují suchu (Míča a Vokál, 1995b).

## Projevy nadbytku draslíku

Nadměrné hnojení draslíkem působí, podobně jako dusík, bohatý růst sytě zelené natě (Rybáček, 1988). Příjem rostlinami je dominantně závislý na jeho koncentraci v půdě. Pokud je zastoupení  $K^+$  v sorpčním komplexu vysoké (více než 3-4 %), je rostlinami přednostně přijímán a hromadí se v pletivech v nadměrném množství a může se projevit antagonistickými nebo synergickými účinky. Nadbytek  $K^+$  iontů v půdním roztoku snižuje příjem ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Na^+$  aj.) a mohou vznikat příznaky jejich

nedostatku. Příjem  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  naopak stoupá (Richter a Hlušek, 1994). Zvyšuje se tak koncentrace solí v půdním roztoku.

### Hnojení draslíkem

Draslík lze do půdy dodat v síranové a chloridové formě. Hnojení draslíkem v chloridové soli probíhá, stejně jako fosfor, na podzim, kdy se celá dávka zaorává společně s organickými hnojivy (Kasal a kol., 2010). Výjimku tvoří lehké půdy s malou sorpční schopností, na kterých se celá dávka zapraví před sázením. Draslík v chloridové formě by při jarním hnojení neměl být aplikován těsně před výsadbou, ale nejméně 3 týdny dopředu, aby se vypravil chlor (o několik dnů zpožďuje vzcházení, negativně působí na obsah sušiny a škrobu v hlízách. Kombinovaná hnojiva typu NPK aj. se používají při jarní aplikaci, pokud je půda dobře zásobena (Hamouz, 1994). Příjem draslíku je však závislý i na jeho dostupnosti. Při jeho nízké dostupnosti klesá příjem rostlinou a to se odráží na výnosu. Naopak při dostatku draslíku v půdě může docházet k „luxusnímu příjmu“. Při vysokých koncentracích může docházet k nadměrnému příjmu draslíku, současně s tím může docházet k nižšímu příjmu kationtů sodíku, hořčíku a vápníku. Vlastní příjem není formulován i vlhkostí, teplotou a intenzitou slunečního záření. V sušších podmínkách dochází k vyššímu příjmu draslíku (Míča a Vokál, 1995b).

Tab. 6 Dávka K v  $\text{K}_2\text{O}$  podle dávky hnoje a obsahu K v půdě (Vaněk, 2002)

Dávka hnoje t/ha	Zásoba v půdě		
	dobrá	vyhovující	velmi nízká a nízká
bez hnoje	80	130	175
20	80	130	175
40	60	110	150
60	40	90	130

### Nutriet draslík

Bárta (in Vokál 2013) uvádí, že obsah draslíku v bramborové hlíze dosahuje až 280-564 mg/100 mg čerstvé hmoty. Podíl draslíku tak představuje 30-50 % ze všech

minerálních látek. S příjmem a obsahem draslíku v lidském těle souvisí nemoc zvaná hyperkalémie. Onemocnění je charakterizováno obsahem draslíku v krvi vyšším než 5,4 mmol/l. Takové zvýšení vyvolává rychlejší činnost oběhové soustavy, arytmii a v krajním případě až smrt. Osobám s vyšším obsahem draslíku v krvi se právě doporučuje omezit příjem brambor, popř. jiných vysoce obsažných látek (Anonym XI, 2012).

## 2.7 Způsoby aplikace hnojiv

Nad aplikací hnojiv na široko v dnešní době dominuje lokální aplikace hnojiva s technologií odkameňování. Příčinou masivního rozvoje této technologie spočívá v lepším využití aplikovaných živin rostlinami. Při plošné aplikaci a následné přípravě půdy se živiny rozprostřou do celého profilu půdy, kde nemohou být rostlinami plně (Čepl, 2006).

Aplikace hnojiv do hrůbku se nazývá lokální aplikace hnojiv. Lokální aplikace zvyšuje účinnost hnojiva a jeho využitelnost rostlinou (Amberger, 1997). Podle Kasala (2009) dosahuje plošná aplikace dusíkatých hnojiv účinnost 30 – 50 %, kdežto při lokální aplikaci (kapalné, pevné) se účinnost zvyšuje na 45 – 65 %. Joern a Vitosh (1995a) zjistili podobnou účinnost – 50 %. Z těchto důvodů se tato technologie rychle rozšířila.

Čepl a Kasal (2006) provedli pokusy a srovnání mezi lokálním a plošným dávkováním kapalných i pevných hnojiv. Zjistili, že mezi formami lokální aplikace hnojiv není v průměru žádný rozdíl. V rámci porovnání lokální aplikace a aplikace na široko došli k závěru, že lokální aplikace zvyšuje výnos o 3,6 %. Současně uvedli, že lokální aplikace 80 kg N/ha poskytne stejný výnos jako 110 kg N/ha na široko. I při lokální aplikaci je možné používat inhibitory nitrifikace.

Hnojivo se aplikuje do obou boků hrůbku, kam spolehlivě dosáhnou i kořínky mladých rostlin. Maier (2009) doporučuje rozteč linií zapravovaného hnojiva minimálně 150 a maximálně 230 mm. Podle Zebarta a kol. (2006) se při vzdálenosti linií více než 300 mm zvyšuje podíl 2. frakce, ale celkový výnos je snižován. Důležitým momentem je umístění hnojiva do hrůbku, ne na jeho povrch, ani těsně pod něj.

Problematice dělené dávek ve vztahu k výnosu a frakcionalizaci hlíz při ne/dělené aplikaci dusíku se věnovali i Bárta a Diviš (2003). Uvedli, že v celkovém porovnání zkoušených odrůd nebyl nalezen významný rozdíl mezi jednorázovou a dělenou aplikací. Podobné tématice ne/výhodnosti dělené dávky dusíku se věnovali Joern a Vitosh (1995b), kdy aplikovali část dávky před sázením a zbývající část na počátku

tuberizaci. Pouze u malé části jejich pokusu se efekt dělené dávky realizoval na zvýšení výnosu. Výsledky těchto autorů potvrzují závěry Bárty a Diviše (2003). Nicméně je vhodné zvážit jednorázové aplikace vyšší než 100 kg N/ha s ohledem na možné ztráty dusíku před potřebou rostlin. Dusík je pak možné doplnit spolu s fungicidním ošetřením. Doplnková aplikace dusíku může prospět u slabších porostů, zejména těch poškozených mrazem (Hamouz, 2007). U raných brambor se obvykle nepříhnojuje, aby nedošlo k prodloužení vegetace (Vostal a Mezulianik, 1995).

### **3 Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit význam plné výživy NPK při pěstování konzumních brambor vybraných odrůd (Adéla, Bellarosa, Princess a Vendula).



## 4 Materiál a metody

Pokus byl založen v roce 2014 v lokalitě Čtyři Dvory v Českých Budějovicích. Pozemek je součástí pokusného pozemku při ZF JCU.

### 4.1 Charakteristika stanoviště

Stanoviště se nachází v nadmořské výšce 400 m.n.m, je označeno číslem BPEJ 55311 (Anonym V, 2014). Spadá tedy do mírně teplého a mírně vlhkého klimatického regionu, ve kterém se pohybuje průměrná roční teplota mezi 7-8 °C. Suma teplot nad 10 °C činí 2200-2500. Hlavní půdní jednotka 53 charakterizuje hnědou půdu oglejenou, která je středně těžká s těžší spodinou. Půda je středně hluboká až hluboká, bezskeletovitá. Pozemek se nachází na mírném svahu se všesměrnou expozicí (Anonym I, 2014).

### Hodnocení zásobenosti půdy živinami

Tab. 7 Obsah živin v půdě

Obsah živin v půdě (Mehlich III)					
mg/kg půdy				pH(KCl)	KVKmmol ekv.kg- 1
P	K	Mg	Ca		
125	128	90	837	5,38	76

Obsah přístupných živin byl stanoven podle Mehlicha III. Půda je slabě kyselá. Obsah fosforu je vysoký, množství draslíku je hodnoceno jako vyhovující. Obsah vápníku u hořčíku je nízký.

## Hodnocení srážkových poměrů v roce 2014

Tab. 8 Úhrny srážek na stanovišti v jednotlivých měsících

Měsíc	Led en	Ún or	Břez en	Dub en	Kvěť en	Červ en	Červe nec	Srp en	Zá ří	Říj en	Listo pad	Prosi nec	Celk em
Úhrn [mm]	16,3	11	20,2	6,3	115	33	112,2	82, 8	59, 6	52	13,2	12,4	534

Rok 2014 se vyznačoval sušším jarem, kdy v dubnu spadlo pouze 6,3 mm srážek. Naproti tomu květnu dosáhly srážky 115 mm. Srážky v červenci, srpnu a září byly poměrně vysoké.

### 4.2 Charakteristika zvolených odrůd

#### Adéla

Adéla patří mezi rané konzumní odrůdy, která je schopna poskytnout vysoký výnos oválných hlíz se sytě žlutou dužninou. Odrůda je řazena k varnému typu B-B/A. Obsah škrobu v hlízách je nízký až středně vysoký. Počet hlíz pod trsem je středně vysoký. Hlízy mohou být dlouhodobě uloženy, na skládce neklíčí. Hlízy jsou odolné mechanickému poškození obecné strupovitosti. K výhodám odrůdy patří její střední požadavky na pozemek a zejména její vysoká odolnost vůči virovým chorobám a plísni bramborové. K napadení hád'átkem bramborovým Ro 1 vykazuje rezistenci. Naopak k rakovině bramboru Ro 1 je náchylná. Odrůda byla vyšlechtěna na pracovišti Selektu Pacov, a.s. Základem bylo křížení ZLATA x HR 8/50 – 76 (Anonym VII, 2003).

#### Bellarosa

Bellarosa je velmi raná konzumní odrůda varného typu B s červenou slupkou vyznačující se vysokým výnosem velkých, krátce oválných hlíz se středně žlutou dužninou. Hlízy jsou vhodné k loupání. K přednostem této odrůdy patří snadné skladování, neboť hlízy na skládce neklíčí. Odrůda je odolná hád'átku bramborovému patotypu Ro 1 a 4. Odrůda Bellarosa se vyznačuje dobrou odolností vůči strupovitosti mechanickému poškození. Podle informací udržovatele vykazuje odrůda malé až střední nároky na půdu a závlahu, rovněž odolnost proti suchu je

dobrá. Doporučuje se vysazovat přibližně 46.000 rostlin/ha kvůli střednímu nasazování hlíz (Anonym IX, 2009)

Odrůda vznikla rodičovskou kombinací hybridu L a Vinetou. Registrace proběhla v roce 2004. Udržovatelem odrůdy je Europlant Pflanzenzucht GmbH, v ČR je udržovatel zastoupen firmou Europlant šlechtitelská spol. s r.o. (Anonym X, 2009).

### **Princess**

Odrůda Princess patří mezi rané konzumní odrůdy s vysokými výnosy oválných hlíz varného typu A. Jedná se o typickou salátovou odrůdu. Hlízy mají hladkou žlutou slupku s mělkými očky. Vyznačují se kvalitní nešednoucí dužninou. Odrůda je ceněna pro dobrou skladovatelnost až do jarního období. Odrůda se hodí i pro mytí a loupání. Pro odrůdu Princess je typický i nízký obsah škrobu v hlízách. Během růstu je mírně náchylná na sucho. Nasazuje větší počet hlíz, které mají zvýšenou potřebu závlahy nebo dostatku vláhy (Anonym VIII, 2014).

Nespornou předností odrůdy Princess je její odolnost vůči nepříznivým činitelům - plísni bramboru v nati i hlízách, obecné strupovitosti a kořenomorce. Odrůda je rezistentní vůči háďátku bramborovému Ro1, 2, 3, 4 a 5. Odrůda byla vyšlechtěna firmou SaKa-Ragis Pflanzenzucht v SRN. Princess je registrována ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin (Anonym IV, 2009).

### **Vendula**

Vendula je raná až poloraná konzumní odrůda vyznačující se žlutou, jemnou a hladkou slupkou. Dužnina je zbarvena sytě žlutě. Vendula může dosahovat středních až vysokých výnosů. Odrůda se řadí k chuťově výborným odrůdám varného typu B/A. Vhodná je i pro praní a balení. Tvar hlíz se popisuje jako oválný až dlouze oválný. Hlízy na skládce neklíčí. K přednostem této odrůdy patří odolnost obecné strupovitosti, rezistentnost háďátku bramborovému patotypu Ro1 rezistentnost rakovině brambor patotypu 1. Je doporučována řidší výsadba (Anonym VI, 2010).

Odrůda Vendula byla registrována v roce 2008 firmou Vesa Velhartice, a.s., vyšlechtěna za účasti VÚB Havlíčkův Brod.

### 4.3 Založení pokusu

Pokus byl založen na pravidelně obdělávaném pozemku. Na podzim předešlého roku byla provedena orba bez zaorávky organických hnojiv. Na jaře byla provedena kultivace. Výsadba proběhla 25. dubna 2014. Nejprve byly vytvořeny brázdy pro výsadbu, následně proběhlo vyměření pokusu. Bylo zapotřebí rozměřit pozemek na jednotlivé parcelky a mezery mezi nimi. V pokusu se pracovalo se čtyřmi odrůdami – Adéla, Bellarosa, Princess a Vendula. Jednalo se o varianty hnojení kombinací prvků N, P a K, jmenovitě o variantu hnojenou N, PK, NK, NP a NPK. Každá varianta byla opakována právě třikrát. Pokus obsahoval tedy 72 parcelek o výměře 6,75 m<sup>2</sup>. Na každou parcelku bylo nasázeno 30 hlíz ve sponu 0,75x0,3 m (tj. 45000 jedinců/ha). Mezi jednotlivými opakováními činila délka dělicí mezery 2 m, mezi jednotlivými parcelkami v rámci opakování pak 1 m. Celkovou situaci znázorňuje níže uvedený plánec.

**Tab. 9 Situační plánek pokusu**

I.	Bellarosa	Adéla	Vendula	Princess	0	} 3 m
					PK	
					N	
					NP	
					NK	
					NPK	
II.	Princess	Bellarosa	Adéla	Vendula	0	}
					PK	
					N	
					NP	
					NK	
					NPK	
III.	Vendula	Princess	Bellarosa	Adéla	0	}
					PK	
					N	
					NP	
					NK	
					NPK	

Při výsadbě se aplikovala minerální hnojiva podle připraveného plánu. Pro pokus byly zvoleny dávky čistých živin: N 120 kg/ha, P 35 kg/ha, K 60 kg/ha. Zvolené dávky jednotlivých živin byly ve všech variantách stejně vysoké.

#### **4.4 Ošetřování pokusu**

Proti plísni bramboru byl pokus ošetřován celkem čtyřikrát, poprvé 16. června. Byly použity přípravky Acrobat MZ WG, Ridomil Gold MZ Pepito, Casoar, RANMAN TOP. Nař byla před sklizní mechanicky rozdcena. Sklizeň proběhala jednořádkovým sklízečem 7. října. Označené pytle z jednotlivých parcelek byly převezeny do skladu, kde následovalo zpracování výsledků pokusu.

#### **4.5 Vyhodnocení pokusu**

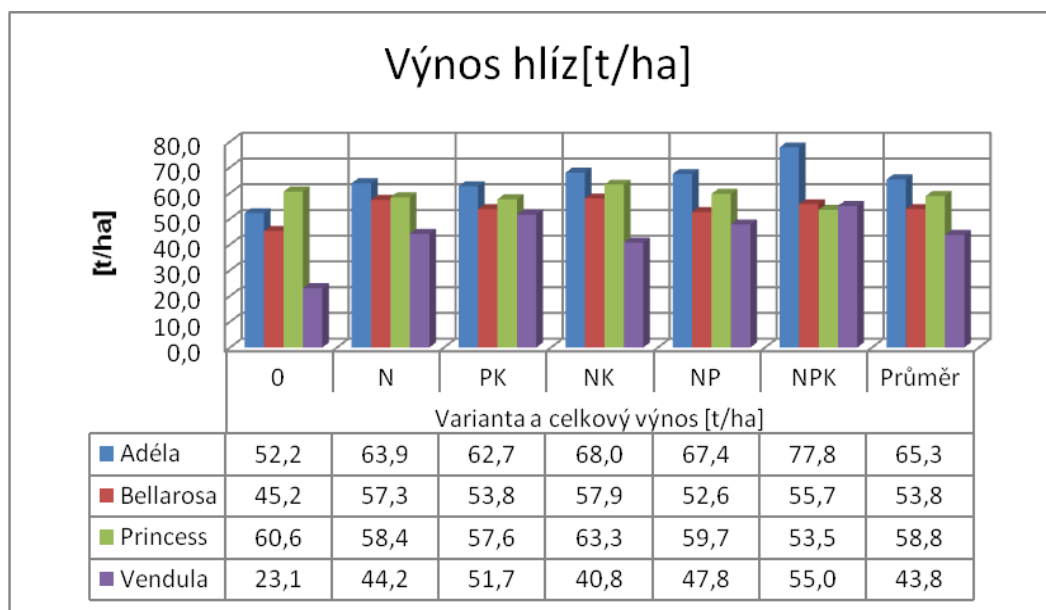
Výnosy hlíz z jednotlivých parcelek byly nejprve zvaženy, následně na 3 velikostní frakce- hlízy s průměrem do 40 mm, mezi 40-70 mm a nad 70 mm. Po zjištění hmotnosti jednotlivých podílů byl spočítán počet hlíz tvořící daný podíl. Následně byly vytvořeny vzorky pro stanovení škrobnatosti (5 kg) a obsahu dusičnanů v hlízách (1 kg).

Z dat získaných zpracováním pokusu se zhodnotil vliv NPK na výnos hlíz, zastoupení velikostních podílů, průměrnou hmotnost hlíz, škrobnatost a obsah dusičnanů. Zjištěné informace byly zaneseny do tabulek a grafů se slovním i statistickým hodnocením a diskutovány s údaji pocházejícími z literárních zdrojů. Získané výsledky byly shrnuty do bodů.

## 5 Výsledky

### Výnos hlíz

Graf 1 Výnos hlíz



#### Adéla

Odrůda Adéla se ukázala být velmi výnosnou odrůdou. Rok 2014 se vyznačoval vyšším množstvím srážek v druhé polovině vegetace, což se odrazilo na množství vytvořené fytomasy. Nejnižší výnos odrůdy byl zaznamenán u kontrolní varianty s hodnotou 52,2 t/ha. Při srovnání s kontrolní variantou už při samotném hnojení dusíkem došlo ke zvýšení výnosu hlíz o 22,4 % na 63,9 t/ha. Produkce hlíz v případě varianty PK byla rovněž oproti kontrolní variantě o 20,1 % vyšší, ale i tak se dosáhlo výnosu o 1,2 t nižšího, než u varianty hnojené N. Varianta hnojení NK podpořila výnos hlíz vyšší o 30,3 % na hodnotu 68,0 t/ha. Při variantě hnojení NP byl zaznamenán výnos s hodnotou 67,4 t/ha. Nejvyšší produkce byla získána při použití NPK, kde výnos činil 77,8 t/ha. Hnojení NPK znamenala ve srovnání s kontrolní variantou zvýšení výnosu o 49 % (25,6 t/ha).

## **Bellarosa**

Nejnižší výnos hlíz se zjistil u kontrolní varianty, kde výnos hlíz dosáhl hodnoty 45,2 t/ha. Zároveň se jednalo o nejnižší výnos odrůdy. Při samotném hnojení dusíkem vzrostl výnos o 12,1 t/ha (tj. 26,7 %) na úroveň 57,3 t/ha. Méně významné zvýšení výnosu hlíz bylo nalezeno u varianty hnojené PK, kde výnos hlíz činil 53,8 t/ha. Při variantě hnojení NK se získal nejvyšší výnos hlíz u Bellarosy, který dosáhl úrovně 57,9 t/ha. Takový výnos byl oproti kontrolní variantě vyšší o 12,7 t/ha (tj. 28,0 %). Varianta hnojená NP se lišila o kontrolní varianty vyšším výnosem o 7,4 t/ha (tj. 16,2 %). Hnojením NPK se výnos hlíz oproti kontrolní variantě zvýšil o 10,5 t/ha (tj. 23,2 %). Průměrný výnos hlíz odrůdy Bellarosa dosáhl výnosové úrovně 53,8 t/ha.

## **Princess**

Výnosem hlíz se odrůda Princess zařadila na druhé výnosové místo po Adéle. Průměrný výnos odrůdy dosáhl hodnoty 58,8 t/ha. Výnos u kontrolní varianty dosáhl 60,6 t/ha a stal se tak nejvyšším v mezi kontrolními variantami. Při hnojení dusíkem dosáhl výnos úrovně 58,4 t/ha, která byla určena oproti kontrolní variantě o 3,7 % nižší. Princess při hnojení PK poskytla výnos 57,6 t/ha, takový výsledek byl rovněž shledán oproti kontrolní variantě nižší o 4,9 %. U varianty hnojené NK bylo dosaženo nejvyššího výsledku – 63,3 t/ha, který je oproti kontrolní variantě nižší o 2,73 t/ha (tj. 4,5 %). Výnos získaný z varianty hnojené NP se zhodnotil jako nejbližší výnosové hladině kontrolní varianty, protože byl nižší pouze o 1,5 %. Výnos hlíz získaný při variantě hnojení NPK dosáhl hodnoty 53,5 t/ha a stal se tak u této odrůdy nejnižším.

## **Vendula**

Nejnižší výnos odrůdy poskytla Vendula v kontrolní variantě, kde výnos dosáhl hodnoty 23,1 t/ha. Při hnojení samotným N už byl zaznamenán vzrůst výnosu o 21,1 t/ha, tedy téměř dvojnásobný. Zvýšení výnosu bylo registrováno i při hnojení PK, kdy se zvýšil o 123,8 %. Poněkud nižší nárůst se zjistil u varianty hnojení NK, kdy nárůst výnosu hlíz dosáhl oproti kontrolní variantě hodnoty 17,7 t/ha (tj. o 76,6 %). Výnosová hladina varianty hnojené NP 47,8 t/ha překonala kontrolní variantu o



24,7t/ha (tj. o 106,9 %). Varianta hnojená NPK vyprodukovala výnos hlíz 55 t/ha. Takový výnos byl o 138,1 % vyšší než výnos kontrolní varianty.

**Tab. 10 Analýza variance – Výnos hlíz**

Analýza variance - Celkový výnos								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	217670,4	1	217670,4	3,73808	1610,783	135,1333	0,000453
Odrůda	Náhod.	4264,1	3	1421,4	15,00000	123,959	11,4665	0,000364
Varianta hnojení	Náhod.	1566,8	5	313,4	15,00000	123,959	2,5279	0,075067
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	1859,4	15	124,0	48,00000	168,779	0,7344	0,738106
<b>Chyba</b>		8101,4	48	168,8				

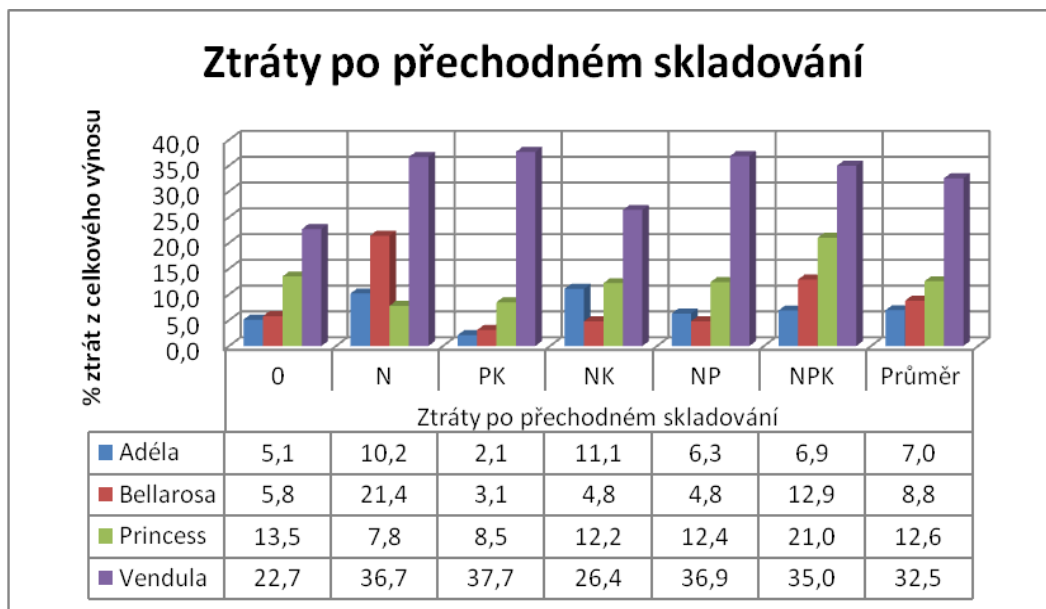
Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) významnosti byla zjištěna statisticky průkazná závislost podílu hlíz nad 70 mm na odrůdě. Závislost množství ztrát po přechodném uskladnění na efektu varianty hnojení a na interakci mezi těmito efekty nebyla vyhodnocena jako statisticky významná.

## Ztráty zjištěné po přechodném skladování

Sklizený pokus byl před jeho analýzou uskladněn po dobu 10 dnů ve zděném skladě. I po tak krátké době vznikaly různě vysoké ztráty hlíz způsobené vyšším atakem plísně bramboru, suchou hnilobou způsobenou Fusarií v kombinaci i vlhčími podmínkami při sklizni. Napadané hlízy byly vyloučeny a zhodnoceny jako ztráty po přechodném skladování.

Graf 2 Ztráty po přechodném skladování



### Adéla

Odrůda Adéla vykázala průměrně nejnižší ztráty po přechodném uskladnění, které dosáhly 7 % z původního výnosu. Nejnižší ztráty byly nalezeny u varianty hnojené PK, kde činily 2,1 %. Naopak nejvyšší ztráty byly zaznamenány u varianty hnojené NK, kde ztráty dosáhly 11,1 %. U kontrolní varianty byly ztráty vyčísleny na 5,1 %. Varianty NP a NPK vykázaly podobně vysoké ztráty – 6,3 a 6,9 %. Je zajímavé, že nejvyšší ztráty se zjistily u variant hnojených dusíkem, popř. draslíkem, ale bez přítomnosti hnojení fosforem. Oproti kontrolní variantě byly při variantách N a NK zjištěny více než dvojnásobné ztráty.

## **Bellarosa**

Ztráty u Bellarosy dosáhly průměrné hodnoty 8,8 %. Ztráty se u kontrolní varianty pohybovaly na úrovni 5,8 %. Ztráty nejmenšího rozsahu byly nalezeny podobně jako u Adély u varianty hnojené PK s úrovní 3,1 %. Naopak nejvyšších ztrát 21,4 % se zjistilo u varianty hnojení pouze N. Ztráty u variant NK a NP dosáhly stejné úrovně - 4,8 %. Porovná-li se ztráty hnojených variant s kontrolní variantou, tak ztráty vzrostly u varianty hnojené N téměř 3,7x. U variant NK a NP klesly oproti kontrolní variantě ztráty o 17,2 %. U varianty hnojené NPK se oproti kontrolní variantě podíl ztrát zvýšil 2,2x na hodnotu 12,9 %.

## **Princess**

Průměrné ztráty dosáhly u odrůdy Princess 12,6 %. Je zajímavé, že nejvyšší ztráty byly nalezeny právě u varianty hnojené NPK s hodnotou 21,0 %. Naopak nejnižší ztráty se vyskytly u varianty hnojené pouze N, kde dosáhly hodnoty 7,8 %. Srovná-li se jednotlivé varianty ke kontrolní variantě, u které se ztráty vyšplhaly na 13,5 %, tak u varianty hnojené N klesly o 42,2%, u varianty hnojené PK se snížily o 37,4 % na 8,5 %, u varianty hnojené NK ztráty poklesly na 12,2 %. Podobné snížení bylo zaznamenáno i v případě NP, kdy ztráty činily 12,4 %. V případě varianty hnojené NPK vzrostly ztráty oproti kontrolní variantě o 55,56 %.

## **Vendula**

Ztráty u této odrůdy se ukázaly být nejvyšší ze všech odrůd, o čemž svědčí nejvyšší průměrná hodnota ztrát 32,5 %. Nejnižší ztráty se našly u varianty N, kde ztráty dosáhly 21,7 %. Naopak nejvyšší ztráty se zjistily u varianty hnojené NPK, kde ztráty byly dosti značné – 55 %. Kontrolní varianta vykázala průměrné ztráty 22,7 %, oproti ní klesly při hnojení samotným dusíkem ztráty o 5,7 % na hodnotu 21,4 %. Při hnojení kombinací NK vzrostly ztráty oproti kontrolní variantě o 30,8 % na 29,7 %. Ztráty 28,4 % se zjistily u varianty hnojené NP, kdy byly oproti kontrolní variantě o 25,1 % vyšší.

**Tab. 11 Analýza variance – Ztráty po přechodném uskladnění**

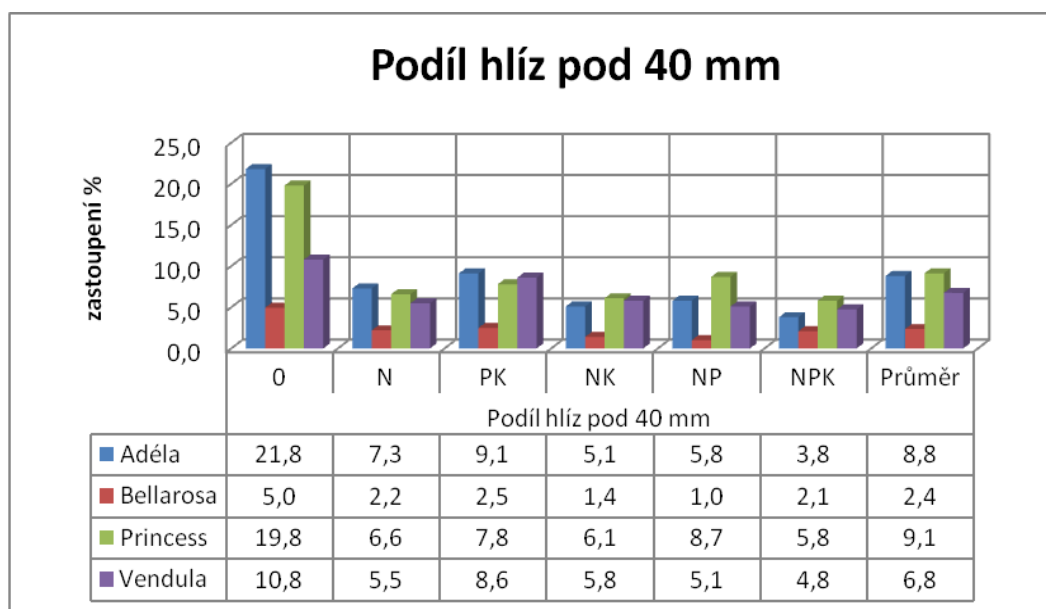
Analýza variance- Ztráty po přechodném uskladnění								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	12764,45	1	12764,45	3,25732	2003,407	6,37137	0,079251
Odrůda	Náhod.	5760,92	3	1920,31	15,00000	37,447	51,28019	0,000000
Varianta hnojení	Náhod.	602,74	5	120,55	15,00000	37,447	3,21913	0,035842
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	561,71	15	37,45	48,00000	110,087	0,34016	0,987187
<b>Chyba</b>		5284,17	48	110,09				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) významnosti byla zjištěna statisticky průkazná závislost podílu hlíz nad 70 mm na odrůdě. Závislost množství ztrát po přechodném uskladnění na efektu varianty hnojení byla vyhodnocena jako statisticky významná ( $p < 0,05$ ).

## Podíl hlíz pod 40 mm

Graf 3 Podíl hlíz pod 40 mm



### Odrůda Adéla

V kontrolní variantě bylo získáno nejvyššího podílu hlíz pod 40 mm – 21,8 %. Ve srovnání s kontrolní variantou při hnojení pouze N došlo k trojnásobnému snížení podílu na hodnotu 7,3 %. U varianty hnojené PK byl vyčíslen podíl hlíz pod 40 mm na hodnotu 9,1 %. V dalších hnojených variantách byl zjištěn vždy nižší výsledek – u NK 5,1 %, u NP 5,8 %. U varianty hnojení NPK byl nalezen nejnižší podíl těchto hlíz – 3,8 %.

### Odrůda Bellarosa

U kontrolní varianty byl nalezen podíl hlíz pod 40 mm na úrovni 5 %. Varianta hnojení dusíkem způsobila oproti kontrolní variantě pokles podílu o 56 % na hodnotu 2,2 %. Podobná úroveň podílu hlíz pod 40 mm byla zjištěna i u varianty hnojené PK (2,5 %). U varianty hnojené NK byl získán výnos s podílem hlíz pod 40 mm 1,4 %. Nejnižší podíl hlíz pod 40 mm byl zjištěn u varianty NP s hodnotou 1 %.

Při hnojení NPK byl podíl hlíz pod 40 mm na hodnotě 2,1 %. Odrůda Bellarosa průměrně dosáhla nejnižšího podílu hlíz pod 40 mm – 2,4 %.

### Odrůda Princess

Podíl hlíz pod 40 mm dosáhl u kontrolní varianty hodnoty 19,8 %. Při ostatních variantách hnojení došlo vždy ke snížení podílu těchto hlíz oproti kontrolní variantě. Hnojení samotným dusíkem se projevilo významným poklesem o 66,7 % na hodnotu podílu 6,6 %. Při hnojení PK byl nalezen podíl hlíz pod 40 mm 7,8 %. Podíl hlíz pod 40 mm při variantě hnojení NK činil 6,1 %. U varianty NP vystoupal podíl těchto hlíz na hodnotu 8,7 %. Nejnižšího podílu těchto hlíz bylo zjištěno při variantě hnojení NPK, kdy se podíl těchto hlíz podílel na výnosu z 5,8 %. U odrůdy Princess byl nalezen průměrně nejvyšší podíl hlíz pod 40 mm, který dosáhl hodnoty 9,1 %.

### Odrůda Vendula

Odrůda Vendula vykazovala, podobně jako odrůda Princess, při kontrolní variantě nejvyšší podíl hlíz pod 40 mm, který byl vyčíslen na hodnotu 10,8 %. Při variantě hnojení dusíkem byl podíl těchto hlíz oproti kontrolní variantě téměř poloviční – 5,5 %. U varianty hnojené PK se podíl těchto hlíz na výnosu hlíz podílel z 8,6 %. Podíl hlíz pod 40 mm na úrovni 5,8 % byl zjištěn u varianty NK. Při variantě hnojení NP zaujímaly hlízy pod 40 mm z výnosu 5,1 %. U varianty hnojené NPK byl zjištěn nejnižší podíl hlíz pod 40 mm - 4,8 %. Průměrný podíl hlíz byl u Venduly 6,8 % a zařadil se tak na 2. pořadí v průměrných podílech hlíz pod 40 mm v tomto pokusu.

**Tab. 12 Analýza variance – Podíl hlíz pod 40 mm**

Analýza variance - Podíl hlíz pod 40 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	3605,703	1	3605,703	6,45663	262,6123	13,73014	0,008785
Odrůda	Náhod.	372,388	3	124,129	15,00000	27,2826	4,54976	0,018535
Varianta hnojení	Náhod.	828,828	5	165,766	15,00000	27,2826	6,07588	0,002877
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	409,239	15	27,283	48,00000	10,7489	2,53816	0,007423
<b>Chyba</b>		515,950	48	10,749				

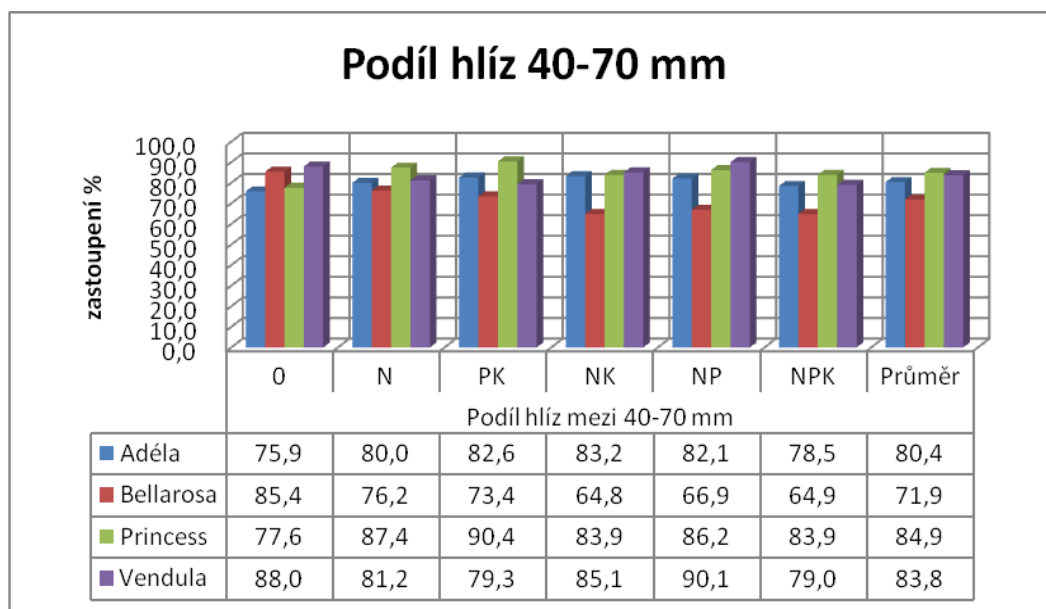
Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř. < 0,01 nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)).

U podílu hlíz pod 40 mm byla zjištěna statistická závislost na odrůdě, variantě hnojení a interakci mezi těmito efekty. Efekt odrůdy byl vyhodnocen jako statisticky významný, efekt hnojení jako velmi významný. Interakce mezi těmito efekty byla zjištěna jako velmi významná.



## Podíl hlíz 40 – 70 mm

Graf 4 Podíl hlíz 40-70 mm



### Adéla

Při kontrolní variantě dosáhla odrůda Adéla nejnižšího podílu hlíz 40-70 mm s výsledkem 75,9 %. Hnojení samotným N pak zvýšilo oproti kontrolní variantě podíl hlíz 40-70 mm o 5,4 % na výnosovou hladinu 80 %. U varianty PK bylo dosaženo výsledku 82,6 % a podíl byl tedy oproti kontrolní variantě o 8,8 % vyšší. Varianta hnojení NK vykazovala nejvyšší podíl těchto hlíz – 83,2 %. Podobný výsledek byl zjištěn i při hnojení NP, kdy bylo získáno 82,1 t/ha hlíz 40-70 mm se zvýšením oproti kontrolní variantě o 8,2 %. U varianty hnojení NPK se podílel podíl hlíz 40-70 mm na výnosu ze 78,5 %. Tato varianta ve srovnání s kontrolní variantou ukazovala nejnižší zvýšení podílu těchto hlíz, pouze o 3,4 %. U odrůdy Adéla byl průměrný podíl hlíz 40-70 mm vyčíslen na výnos 80,4 %.

### Bellarosa

Odrůda Bellarosa dosáhla nejvyššího podílu hlíz mezi 40-70 mm při kontrolní variantě (85,4 %), v ostatních případech byl podíl těchto hlíz vždy nižší. U varianty hnojené pouze dusíkem došlo ke snížení o 10,9 % na podíl 76,2 %. Největší rozdíl

byl zjištěn u varianty hnojení NK, kdy podíl hlíz mezi 40-70 mm klesl oproti kontrolní variantě o 24,2 %. Podobného výsledku bylo dosaženo i při variantě NP, kdy pokles činil 21,8 % a podíl těchto hlíz tvořil 66,9 % z výnosu. Podíl hlíz mezi 40 – 70 mm u varianty hnojené NPK činil 64,9 %, oproti kontrolní variantě se podíl těchto hlíz snížil o 24,1 %. Průměrný podíl hlíz mezi 40 – 70 mm dosáhl hodnoty 71,9 %.

### **Princess**

U kontrolní varianty odrůdy Princess se podíl hlíz mezi 40 – 70 mm podílel na výnosu ze 77,6 % a tedy nejméně v rámci odrůdy. Ve srovnání s kontrolní variantou už při hnojení pouhým dusíkem bylo zjištěno zvýšení podílu o 12,6 %. Nejvyšší měrou se na výnosu podílely hlízy frakce mezi 40-70 mm při variantě hnojení PK, kdy jeho výše činila 90,4 %. U varianty hnojené NK bylo oproti kontrolní variantě zpozorováno zvýšení o 11,1 % na hodnotu podílu 83,9 %. Varianta NP poskytla výnos s podílem těchto hlíz 86,2 %. U varianty hnojené NPK byl rovněž nalezen vyšší podíl hlíz mezi 40 - 70 mm než u kontrolní varianty (o 8,1 %), přesto nebylo dosaženo nejvyššího výsledku. Průměrný podíl hlíz mezi 40 - 70 tvořil výnos z 83,9 %.

### **Vendula**

U kontrolní varianty odrůdy Vendula byl podíl hlíz mezi 40 – 90 mm účasten na výnosu z 88 %. Ve srovnání s kontrolní variantou došlo při hnojení samotným dusíkem k poklesu podílu o 7,7 %, rovněž u varianty hnojení PK byl zjištěn pokles podílu hlíz mezi 40 – 70 mm o 9,8 % na hodnotu podílu 79,3 %. U varianty hnojené NK byl ve srovnání s kontrolou nalezen relativně nízký pokles o 3,3 % na 85,1 %. Největší pokles (o 5,1 %) oproti kontrole se zjistil u varianty hnojené NPK, kdy podíl hlíz mezi 40 – 70 mm tvořil 79 % z výnosu. Průměrný podíl hlíz mezi 40 – 70 mm u odrůdy Vendula dosáhl hodnoty 83,8 %.

**Tab. 13 Analýza variance – Podíl hlíz 40-70 mm**

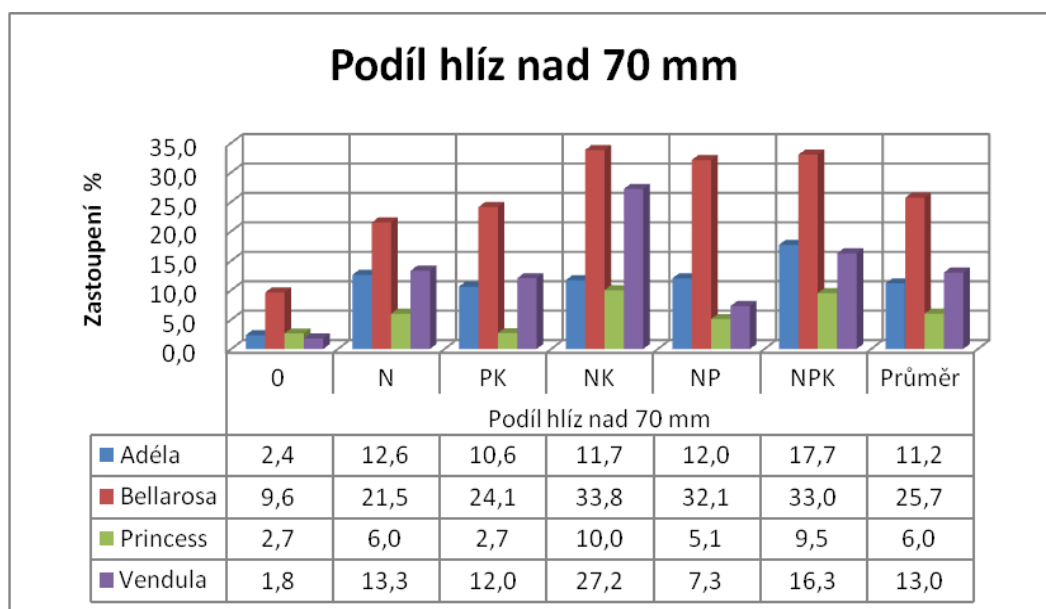
Analýza variance - Podíl hlíz 40-70 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	465877,9	1	465877,9	2,39734	585,0179	796,3481	0,000441
Odrůda	Náhod.	1957,5	3	652,5	15,00000	98,7036	6,6106	0,004598
Varianta hnojení	Náhod.	156,1	5	31,2	15,00000	98,7036	0,3164	0,895421
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	1480,6	15	98,7	48,00000	56,0713	1,7603	0,070180
<b>Chyba</b>		2691,4	48	56,1				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$  ( $p < 0,01$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost podílu hlíz 40-70 mm na efektu odrůdy. Efekt varianty hnojení a interakce mezi efekty nebyly prokázány. Ze statistických výstupů lze tvrdit, že na úrovni podílu hlíz 40-70 mm se podílí odrůda jako velmi významný faktor.

## Podíl hlíz nad 70 mm

Graf 5 Podíl hlíz nad 70 mm



### Adéla

U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší podíl hlíz nad 70 mm- 2,4 %. U ostatních variant následovalo mnohonásobné zvýšení podílu těchto hlíz. Oproti kontrolní variantě došlo u varianty hnojené dusíkem ke zvýšení podílu těchto hlíz na úroveň 12,6 % hmotnosti výnosu. Při hnojení PK se podíl těchto hlíz dostal na úroveň 10,6 %. Podobného výsledku se zjistilo i v případě varianty hnojené NK, kdy podíl hlíz nad 70 mm dosáhl hodnoty 11,7 %. U varianty hnojené NP tvořily hlízy nad 70 mm podíl 12 %. Nejvyšší hodnota podílu (17,7 %) těchto hlíz byla nalezena u varianty hnojené NPK. Průměrně tvořily hlízy nad 70 mm u odrůdy Adéla 11,2 % z výnosu hlíz.

### Bellarosa

Hlízy nad 70 mm tvořily u kontrolní varianty 9,6 % z výnosu. K nejméně dvojnásobnému až trojnásobnému nárůstu podílu těchto hlíz pak došlo u variant

hnojení. U varianty hnojené N byl zjištěn podíl těchto hlíz 21,5 %. Podobný výsledek se našel i u varianty hnojené PK s hodnotou 24,1 %. Největší podíl hlíz nad 70 mm byl zjištěn u varianty hnojené NK, kde dosáhl 33,8 % z výnosu. Podobně vysoké hodnoty byly nalezeny i u variant hnojených NP (32,1 %) a NPK (33 %). Průměrně pak u odrůdy Bellarosa zastupovaly hlízy nad 70 mm 25,7 % z výnosu.

### Princess

Podíly hlíz nad 70 mm byly zjištěny u odrůdy Princess jako obecně nejnižší, to potvrzuje průměrný podíl těchto hlíz 6,0 %. U kontrolní varianty byl zjištěn podíl hlíz nad 70 mm na úrovni 2,7 %. U varianty hnojené N došlo ke zvýšení na hodnotu 6 %, ale u varianty hnojené PK byl opět nalezen podíl těchto hlíz na úrovni 2,7 %. U varianty hnojené NK bylo dosaženo výsledku 10 %. Varianta hnojení NP pak oproti kontrolní variantě přinesla snížení podílu hlíz nad 70 mm na hodnotu 5,1 %. U varianty hnojené NPK dosáhl podíl těchto hlíz úrovně 9,5 %.

### Vendula

U kontrolní varianty dosáhl podíl hlíz nad 70 mm úrovně 1,8 %. Nárůst podílu těchto hlíz byl oproti kontrolní variantě zaznamenán jak u varianty N (13,3 %), tak i u varianty PK (12 %). U varianty hnojené NK byl zaznamenán nejvyšší podíl hlíz nad 70 mm, který zde zastupoval 27,2 % hlíz z výnosu. Podíl těchto hlíz u varianty NP dosáhl hodnoty 7,3 %. Varianta hnojená NPK pak poskytla podíl hlíz nad 70 mm 16,3 %. Průměrně pak hlízy nad 70 mm zastupovaly 13,1 % hlíz z výnosu.

**Tab. 14 Analýza variance – Podíl hlíz nad 70 mm**

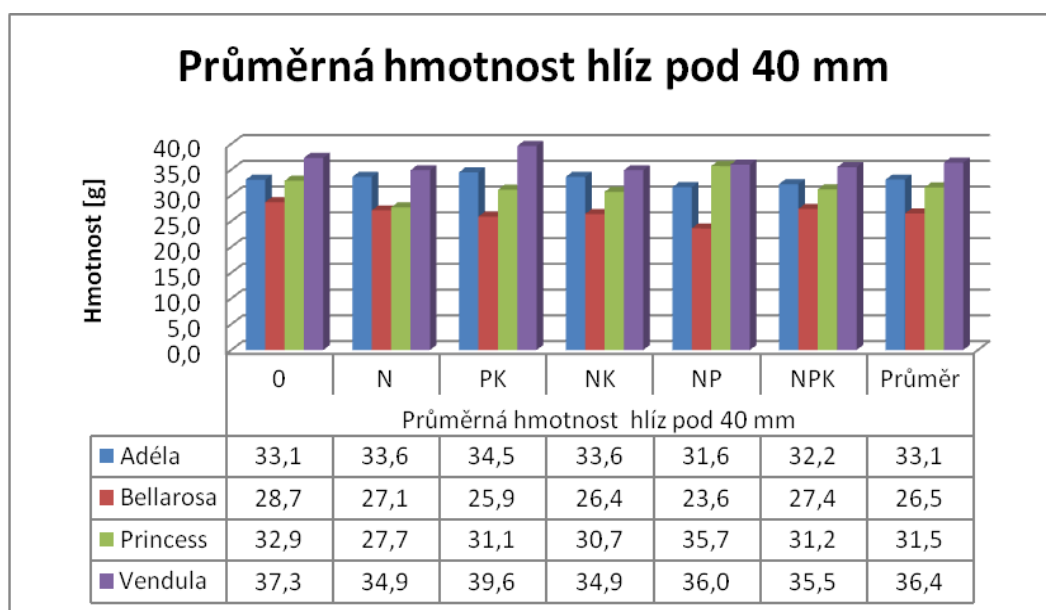
Analýza variance - Podíl hlíz nad 70 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	11643,38	1	11643,38	3,93738	1645,247	7,07698	0,057309
Odrůda	Náhod.	4258,39	3	1419,46	15,00000	53,963	26,30454	0,000003
Varianta hnojení	Náhod.	1398,73	5	279,75	15,00000	53,963	5,18405	0,005835
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	809,44	15	53,96	48,00000	57,065	0,94564	0,523239
Chyba		2739,10	48	57,06				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) významnosti byla zjištěna statisticky průkazná závislost podílu hlíz nad 70 mm na odrůdě. Závislost s  $P = 99,42\%$  byla prokázána u efektu varianty hnojení. Interakce mezi zmíněnými faktory nebyla nalezena.

### Průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm

Graf 6 Průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm



#### Adéla

Odrůda Adéla neprojevila přílišnou odezvu při různých variantách hnojení, resp. rozdíl mezi nejtěžšími a nejlehčími hlízami se rovnal 2,9 g. Hlízy pocházející z kontrolní varianty průměrně vážily 33,1 g. Ve srovnání s kontrolní variantou došlo u varianty hnojené pouze dusíkem ke zvýšení o 1,5 %, i varianty PK o 4,2 %, u varianty NK 1,5 %. Snížení hmotnosti oproti kontrolní variantě se zjistilo u varianty hnojené NP (4,5 %) a NPK (o 2,7 %). Hlízy frakce pod 40 mm dosáhly průměrné hmotnosti 33,1 g.

#### Bellarosa

Hlízy z frakce pod 40 mm se ukázaly být s nejmenší průměrnou hmotností ze všech odrůd- 26,5 g. Je zajímavé, že nejvyšší hmotnost projevily hlízy pocházející z kontrolní varianty, kde jejich hmotnost průměrně činila 28,7 g. V dalších variantách byla jejich průměrná hmotnost oproti kontrolní variantě vždy nižší. U varianty hnojené N o 5,6 %, u PK 9,8 %, u NK 8,0 %, u NP 17,8 % (zde nejnižší výsledek 23,6 g) a u NPK 4,5 %.

### **Princess**

Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší průměrnou hmotností hlízy dosáhl hodnoty 8 g. Nejtěžší hlízy byly zaznamenány u varianty hnojené NP s průměrnou hmotností 35,7 g a naopak ty nejlehčí u varianty hnojené N 27,7 g. Hlízy pocházející z kontrolní varianty průměrně vážily 32,9 g. Ve srovnání s kontrolní variantou u varianty hnojené N klesla průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm o 15,8 %, u varianty hnojené PK o 5,5 % na hodnotu 31,1 g, u varianty hnojené NK o 6,7 % na hmotnost 30,7 g, rovněž u varianty hnojené NPK se zjistil pokles o hmotnosti o 5,2 % na 31,2. U varianty hnojené NP se průměrná hmotnost hlíz po 40 mm oproti kontrolní variantě zvýšila 8,5 % na hmotnost 35,7 g. Hlízy pod 40 mm odrůdy Princess zaujaly 3. pořadí průměrných hmotností odrůd s hodnotou 31,5 g.

### **Vendula**

Hlízy z frakce hlíz pod 40 mm patřily u této odrůdy k nejtěžším, neboť jejich průměrná hmotnost dosáhla 36,4 g. U kontrolní varianty byly zjištěny hlízy s průměrnou hmotností 37,3 g. Ve srovnání s ní při hnojení N reagovala odrůda snížením hmotnosti těchto hlíz o 6,4 % na hodnotu 34,9 g. U varianty hnojené PK byl naopak registrován vzestup průměrné hmotnosti hlíz pod 40 mm o 6,2 % na 39,6 g. Při srovnání s kontrolní variantou byl u ostatních variant hnojení vždy zaznamenán nižší výsledek – u varianty NK o 6,4 %, u varianty NP o 3,5 % a u varianty hnojené NPK o 4,8 %.

**Tab. 15 Analýza variance – Prům. hmotnost hlíz pod 40 mm**

Analýza variance - Prům. hmotnost hlíz pod 40 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	73197,76	1	73197,76	2,93594	300,1726	243,8522	0,000643
Odrůda	Náhod.	909,96	3	303,32	15,00000	11,3565	26,7090	0,000003
Varianta hnojení	Náhod.	41,04	5	8,21	15,00000	11,3565	0,7228	0,616671
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	170,35	15	11,36	48,00000	14,9358	0,7604	0,712152
Chyba		716,92	48	14,94				

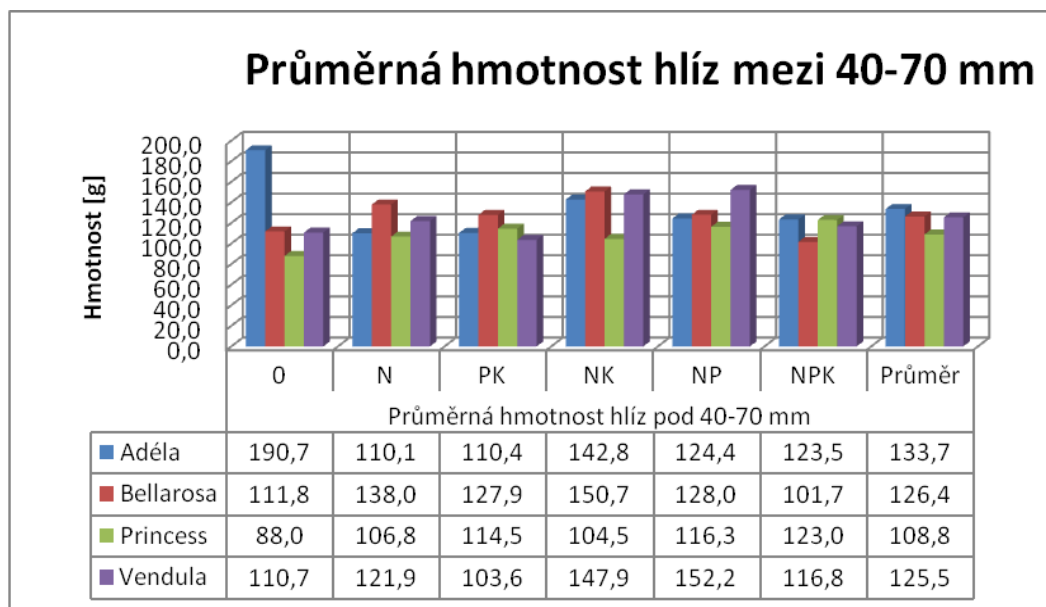
Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $\alpha < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)).

Na hladině  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) významnosti byla zjištěna statisticky průkazná závislost průměrné hmotnosti hlíz pod 40 mm na odrůdě. Závislost průměrné hmotnosti těchto hlíz a varianty hnojení, popř. interakce mezi efekty, nebyla prokázána.



## Průměrná hmotnost hlíz mezi 40 – 70 mm

Graf 7 Průměrná hmotnost hlíz 40-70 mm



### Adéla

Nejtěžší hlízy byly nalezeny u kontrolní varianty, kde hlízy dosáhly hmotnosti 190,7 g (!) a podstatně tak převýšily průměrné hmotnosti hlíz z ostatních variant. U varianty hnojené N produkovala odrůda hlízy s průměrnou hmotností 110,1 g, u varianty hnojené PK bylo dosaženo téměř stejného výsledku 110,4 g. Podstatnější nárůst průměrné hmotnosti oproti kontrolní variantě byl zjištěn u varianty hnojené NK, kde průměrná hmotnost činila 142,8 g. O 18,4 g nižší hmotnost vykázaly oproti variantě NK hlízy z varianty NP, kde průměrná hmotnost těchto hlíz dosáhla 124,4 g. Na hnojení NPK pak odrůda zareagovala průměrnou hmotností hlíz 123,5 g. Lze říci, že odrůda Adéla reagovala na různé varianty hnojení velmi pozitivně, což se odrazilo v průměrné hmotnosti hlíz mezi 40-70 mm 133,7 g.

### Bellarosa

Odrůda Bellarosa s výsledky průměrných hmotností hlíz se zařadila na druhé místo po odrůdě Adéla. Průměrná hmotnost hlíz všech variant dosáhla hmotnosti

126,4 g. Překvapivě nejlehčí hlízy byly nalezeny u varianty hnojené NPK, kde průměrná hmotnost činila 101,7 g. Následné pořadí zaujaly hlízy pocházející z kontrolní varianty, kde jejich průměrná hmotnost dosáhla 111,8 g. Při hnojení dusíkem pak došlo oproti kontrolní variantě ke zvýšení průměrné hmotnosti o 26,2 g (tj. 23,4 %). Při hnojení PK reagovala odrůda oproti kontrolní variantě nárůstem hmotnosti o 16,1 g (tj. 14,4 %). Nejtěžší hlízy byly nalezeny u varianty hnojené NK, kde hmotnost hlíz činila 150,7 g. Zvýšení hmotnosti oproti kontrolní variantě bylo vyčísleno na 39,3 g (tj. o 34,8 %). Hlízy pocházejících varianty hnojené NP pak průměrně dorostly na průměrnou hmotnost 128,0 g.

### **Princess**

Průměrná hmotnost hlíz 40 – 70 mm odrůdy Princess dosáhla hodnoty 108,8 g. Při hodnocení je zajímavé uvést, že u kontrolní varianty vyprodukovala odrůda Princess v rámci pokusu hlízy s nejnižší průměrnou hmotností, a to 88 g. Pro srovnání jsou zde uvedeny údaje ostatních odrůd: Adéla 190,7 g, Bellarosa 111,4 g, Vendula 110,7 g. Na hnojení pouze dusíkem reagovala odrůda ve srovnání s kontrolní variantou zvýšením průměrné hmotnosti o 18,8 g (tj. o 21,4 %). Nárůst hmotnosti oproti kontrolní variantě byl zaznamenán i u varianty hnojené PK s průměrnou hmotností hlíz 114,5 g, tj. o 30,1 %. U varianty hnojené NK byla sice hmotnost těchto hlíz oproti kontrolní variantě vyšší o 18,8 %, ale v rámci hnojení variant je hmotnost 104,5 g nejnižší. Při hnojení NP odrůda vyprodukovala hlízy s průměrnou hmotností 116,3 g. Nejtěžší hlízy byly zjištěny u varianty hnojené NPK, kde dosáhly hmotnosti 123 g.

### **Vendula**

U kontrolní varianty dosahovaly hlízy průměrné hmotnosti 110,7 g. Nejedná se však o nejnižší výsledek, nižší hmotnost hlíz mezi 40-70 mm vykazala varianta hnojení PK, kde hlízy dorostly do hmotnosti 103,6 g. Uvede-li se pro srovnání nejvyšší výsledek, tak průměrně nejtěžší hlízy byly nalezeny u varianty hnojené NP. Hmotnostní rozdíl mezi těmito variantami byl 48,6 g. Vráti-li se hodnocení zpátky k ostatním variantám hnojení, pak u varianty hnojené N došlo oproti kontrolní variantě ke zvýšení hmotnosti o 11,2 g (tj. 10,1 %). Nárůst hmotnosti o 37,2 g (tj. 33,6 %) byl oproti kontrolní variantě zjištěn u varianty hnojené NK. Poněkud nižší

rozdíl oproti kontrolní variantě poskytla varianta hnojení NPK, kde hlízy průměrně dosahovaly hmotnosti 116,8 g. Zvýšení oproti kontrolní variantě se vyčíslilo o 5,5 %.

**Tab. 16 Analýza variance – Prům. hmotnost hlíz 40-70 mm**

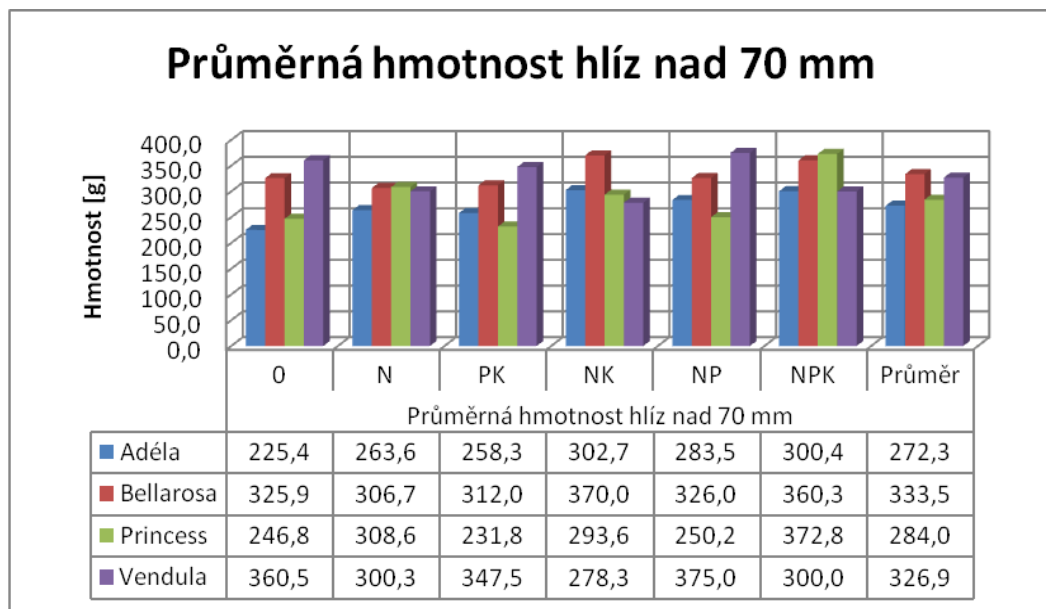
Analýza variance - Prům. hmotnost hlíz 40-70 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	1040978	1	1040978	5,57911	2506,047	415,3864	0,000002
Odrůda	Náhod.	3349	3	1116	15,00000	474,756	2,3516	0,113391
Varianta hnojení	Náhod.	9322	5	1864	15,00000	474,756	3,9270	0,017802
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	7121	15	475	48,00000	382,556	1,2410	0,276166
<b>Chyba</b>		18363	48	383				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $\alpha < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Závislost průměrné hmotnosti hlíz 40-70 mm na efektu odrůdy nebyla statisticky prokázána. Závislost na variantě hnojení už prokázána byla na hladině  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ). Závislost na interakci mezi těmito efekty nebyla prokázána.

## Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm

Graf 8 Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm



### Adéla

Hlízy s nejnižší hmotností se našly u kontrolní varianty, kdy dorostly do průměrné hmotnosti 225,4 g. Na hnojení samotným dusíkem reagovala odrůda zvýšením hmotnosti hlíz o 37,2 g (tj. o 16,9 %). Podobné zvýšení oproti kontrolní variantě bylo nalezeno i v případě varianty PK s průměrnou hmotností hlíz 258,3 g. Nárůst průměrné hmotnosti byl vyčíslen na 14,6 %. Varianta hnojení NK pak poskytla hlízy s nejvyšší hmotností 302,7 g, která byla o 77,3 g (tj. 34,3 %) vyšší oproti kontrolní variantě. Při hnojení NP produkovala odrůda Adéla hlízy s průměrnou hmotností 283,5 g, zvýšení oproti kontrolní variantě zde bylo vyčísleno na 25,8 %. Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm u varianty hnojené NPK znamenala oproti kontrolní variantě zvýšení o 33,1 %.

### Bellarosa

Jednoznačně nejtěžší hlízy produkovala odrůda Bellarosa. Už při kontrolní variantě dorostly hlízy k průměrné hmotnosti 325,9 g. Při hnojení samotným

dusíkem došlo oproti kontrolní variantě ke snížení hmotnosti o 19,3 g na hmotnost 306,7 g. Ke snížení došlo i v případě varianty hnojení PK, kde byl pokles o 14 g na hodnotu 312 g. Nárůst průměrné hmotnosti hlíz nad 70 mm se zjistil při variantě hnojení NK, kdy hlízy dosáhly průměrné hmotnosti 370,0 g, nárůst tak oproti kontrolní variantě činil 13,5 %. Mezi variantami kontrolní a NP nebyl nalezen hmotnostní rozdíl. Při hnojení NPK došlo oproti kontrolní variantě ke zvýšení hmotnosti o 34,4 g/10,6 % na hmotnost 360,3. Nejedná se o nejvyšší výsledek, ten poskytla varianta hnojení NK.

### **Princess**

Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm u kontrolní varianty odrůdy Princess dosáhla hmotnosti 246,8 g. Už samotné hnojení dusíkem zvýšilo oproti kontrolní variantě průměrnou hmotnost těchto hlíz o 61,8 g (tj. 25,0 %). U varianty hnojené PK byl oproti kontrolní variantě registrován pokles o 6,1 % na průměrnou hmotnost 231,8 g. Navýšení hmotnosti o 19 % ve srovnání s kontrolní variantou bylo nalezeno u varianty hnojení NK s průměrnou hmotností 293,6 g. Rozdílnost mezi výsledky kontrolní varianty (246,8 g) a variantou hnojenou NP (250,2 g) lze označit za minimální. Varianta hnojená NPK poskytla hlízy nad 70 mm s nejvyšší hmotností vůbec. Hlízy dorostly do průměrné hmotnosti 372,8 g. Zvýšení oproti kontrolní variantě bylo vyhodnoceno na 126 g (tj. 51,1 %). S průměrnou hmotností hlíz 284,0 g v rámci všech variant se odrůda Princess zařadila na třetí místo.

### **Vendula**

Odrůda Vendula při kontrolní variantě poskytla hlízy, které dosáhly hmotnosti 375 g. Stejná hmotnost byla zjištěna i v případě hnojení NP. Tato hmotnost byla zhodnocena jako nejvyšší v rámci odrůdy a i v rámci všech odrůd. Při hnojení pouhým dusíkem poklesla hmotnost těchto hlíz ve srovnání s kontrolní variantou o 16,7 % na hmotnost 300,3 g. Varianta hnojení PK poskytla hlízy s hmotností 347,5 g. Varianta hnojení NK se této odrůdy projevila tvorbou hlíz s hmotností 278,3 g. Snížení oproti kontrolní variantě zde bylo vyčísleno na 25,8 %, hmotnostně pak 82,2 g. Při variantě hnojení NPK produkovala odrůda hlízy, jejichž průměrná hmotnost dosáhla hmotnosti 300,0 g. Hmotnost těchto hlíz se tedy ve srovnání s kontrolní variantou snížila o 60,5 g, tj. o 16,8 %. Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm u odrůdy

Venduly dosáhla 329,4 g a zařadila se tak na druhé místo po odrůdě Bellarosa s průměrnou hmotností 333,5 g.

**Tab. 17 Analýza variance průměrné hmotnosti hlíz nad 70 mm**

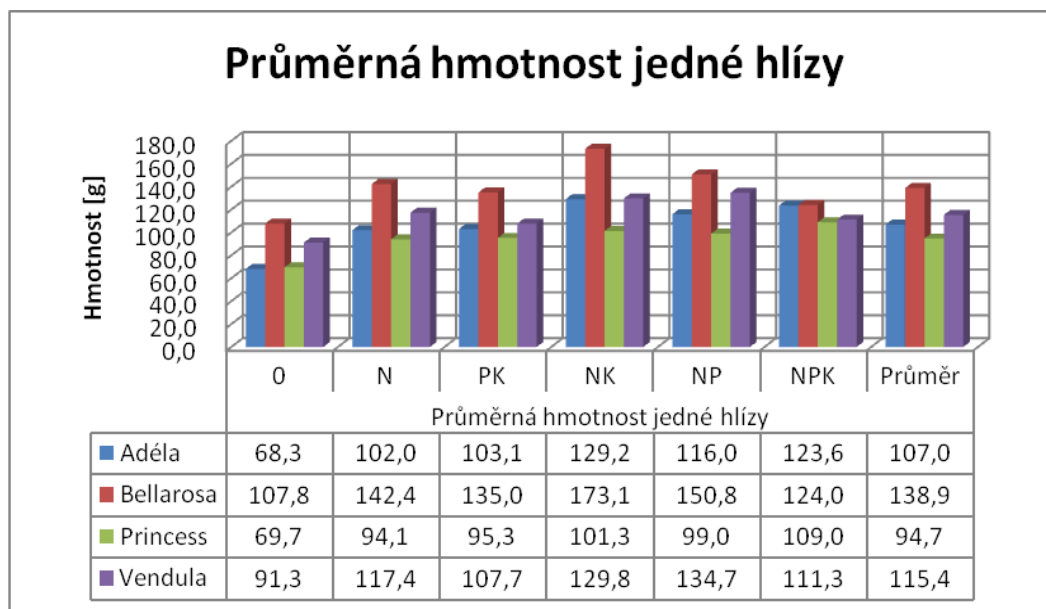
Analýza variance - Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den. Syn. Chyba sv	Den. Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	5272971	1	5272971	2,61507	47708,01	110,5259	0,003282
Odrůda	Náhod.	152293	3	50764	15,00000	8682,06	5,8470	0,007491
Varianta hnojení	Náhod.	28129	5	5626	15,00000	8682,06	0,6480	0,667404
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	130231	15	8682	48,00000	11721,48	0,7407	0,731890
<b>Chyba</b>		562631	48	11721				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině  $\alpha = 0,01$  ( $p < 0,01$ ) významnosti byla zjištěna statisticky průkazná závislost průměrné hmotnosti hlíz nad 70 mm na odrůdě. Závislost průměrné hmotnosti hlíz nad 70 mm nebyla prokázána na variantě hnojení a ani na interakci mezi těmito efekty.

## Průměrná hmotnost jedné hlízy

Graf 9 Průměrná hmotnost jedné hlízy



### Adéla

Hmotnost všech hlíz byla u kontrolní varianty vyčíslena 68,3 g. Tato hodnota byla nejnižší v rámci kontrolních variant všech odrůd. Při hnojení dusíkem došlo oproti kontrolní variantě ke zvýšení hmotnosti jedné hlízy o 49,5 % na hmotnost 102 g. K podobnému zvýšení došlo i v případě varianty PK, kdy průměrně vážila hlíza 103,1 g. Průměrně nejtěžší hlízy byly zjištěny u varianty hnojení NK s hmotností 129,2 g. V porovnání s kontrolní variantou zde hmotnost vzrostla o 89,4 %. U varianty hnojení NP se zjistila hmotnost jedné hlízy 116 g. U varianty hnojené NPK vzrostla oproti kontrolní variantě hmotnost jedné hlízy o 81,1 % na hmotnost 123,6 g. Průměrně pak hlízy odrůdy Adéla vážily 107 g.

### Bellarosa

V kontrolní variantě dosáhly průměrné hmotnosti 107,8 g. Už při hnojení samotným dusíkem došlo oproti kontrolní variantě ke zvýšení hmotnosti o 32,1 % na hmotnost 142,4 g. Při hnojení PK dosáhla hmotnost jedné hlízy hmotnosti 135 g. Nejtěžší hlízy byly nalezeny (podobně jako u Adély) u varianty hnojené NK, kde rozdíl oproti kontrolní variantě činil 65,3 g (tj. + 70 %). Hmotnost hlíz u varianty

hnojení NP dosáhla 150,8 g. Při hnojení NPK pak zjistila průměrná hmotnost hlízy 124 g. Průměrná hmotnost jedné hlízy dosáhla u odrůdy Bellarosa hodnoty 138,9 g, tedy nejvíce ze všech odrůd.

### **Princess**

Hlízy odrůdy Princess patřily k těm nejlehčím v celém pokusu, jejich průměrná hmotnost byla 94,7 g. Při kontrolní variantě dosáhla hmotnost jedné hlízy 69,7 g. Zvýšení hmotnosti jedné hlízy o 24,4 g podpořilo oproti kontrolní variantě hnojení pouze N. Hmotnost jedné hlízy 95,3 g byla zjištěna i při variantě hnojení PK, kde rozdíl oproti kontrolní variantě činil 36,7 %. Při hnojení NK byly nalezeny hlízy s hmotností 101,3 g. Hmotnost jedné hlízy pocházející z varianty hnojené NK dosáhla 101,3 g. Při hnojení NP se průměrná hmotnost jedné hlízy dostala na hodnotu 99 g. Nejtěžší hlízy u odrůdy Princess pocházely z varianty hnojené NPK, kdy jejich hmotnost dosáhla 109 g a byla tak o 36,1 % vyšší oproti kontrolní variantě.

### **Vendula**

U kontrolní varianty dosáhla průměrná hmotnost jedné hlízy 91,3 g. Hnojení samotným dusíkem pak oproti kontrolní variantě zvýšilo hmotnost jedné hlízy o 28,6 % na hmotnost 117,4 g. Zvýšení hmotnosti hlíz bylo zaregistrováno i v případě varianty hnojení PK, kdy hmotnost dosáhla hodnoty 107,7 g. Průměrná hmotnost jedné hlízy v případě varianty hnojené NK byla vyčíslena na 129,8 g, oproti kontrolní variantě tedy došlo ke zvýšení o 42,2 %. Při hnojení NP se zjistily hlízy s průměrnou hmotností 134,7 g, současně tyto hlízy vážily nejvíce v rámci odrůdy. Varianta hnojení NPK produkovala hlízy s průměrnou hmotností 111,3 g.



**Tab. 18 Analýza variance – Průměrná hmotnost 1 hlízy**

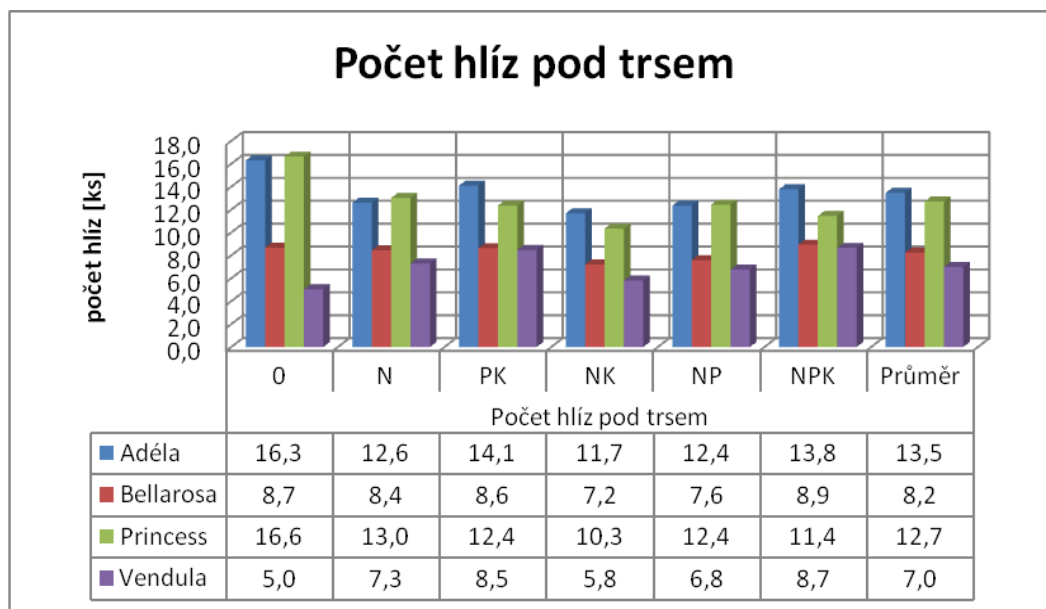
Analýza variance - Průměrná hmotnost 1 hlízy								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	932857,3	1	932857,3	5,66163	9542,540	97,75776	0,000088
Odrůda	Náhod.	19268,5	3	6422,8	15,00000	291,418	22,03989	0,000009
Varianta hnojení	Náhod.	17055,7	5	3411,1	15,00000	291,418	11,70528	0,000096
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	4371,3	15	291,4	48,00000	291,751	0,99886	0,471800
<b>Chyba</b>		14004,0	48	291,8				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř. < 0,01 nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost průměrné hmotnosti 1 hlízy na efektu odrůdy a varianty hnojení. Efekt interakce mezi odrůdou a variantou hnojení nebyl prokázán.

## Počet hlíz pod trsem

Graf 10 Počet hlíz pod trsem



### Adéla

Nejvyšší počet hlíz byl u odrůdy Adéla zjištěn u kontrolní varianty s počtem 16,3 hlíz. Při hnojení samotným dusíkem bylo oproti kontrolní variantě zjištěno snížení počtu hlíz o 22,7 % na počet 12,6 hlíz. Varianta hnojení PK ukázala 14,1 kusů hlíz, přesto jejich počet byl o 13,5 %, nežli v případě kontrolní varianty. Nejnižší počet hlíz 11,7 kusů byl nalezen u varianty hnojené NK, kde rozdíl oproti kontrolní variantě činil 28,2 %. U varianty hnojené NP dosáhl počet hlíz pod trsem hodnoty 12,4 kusů. Pokles hlíz u varianty NPK oproti kontrolní variantě byl vyčíslen na 15,4 %.

### Bellarosa

Odrůda Bellarosa nasazovala hlízy ze všech odrůd nejméně. Počet hlíz 8,2 pod trsem je nejnižším průměrným výsledkem pokusu. U kontrolní varianty bylo nalezeno 8,7 hlíz pod jedním trsem. U varianty hnojené pouze N počet hlíz oproti kontrolní variantě nepatrně klesl o 0,3 hlízy/trs. Hnojení PK se projevilo počtem 8,6 hlíz. Znatelnější rozdíl oproti kontrolní variantě byl zjištěn u varianty NK, kde počet hlíz klesl o 17,2 % na počet 7,2 hlíz. Podobný stav vykazovala i varianta hnojení NP

s počtem hlíz 7,6. Varianta hnojení NPK se projevila s počtem hlíz 8,9 (nejlepší v rámci odrůdy).

### Princess

U kontrolní varianty odrůdy Princess byl zjištěn nejvyšší počet hlíz na jednu rostlinu - 16,6 ks. U varianty hnojení N se oproti kontrolní variantě počet hlíz snížil o 3,6 hlízy. Varianta hnojení PK vykazala průměrně 12,4 hlízy pod trsem. Nejnižší počet hlíz byl nalezen u varianty hnojení NK, kde počet pod trsem průměrně činil 10,3. Zvýšení počtu hlíz oproti předcházejícím hnojeným variantám bylo zaregistrováno jak v případě varianty NP (12,4 ks hlíz), tak i NPK s počtem 11,4 hlízy. Rozdíl mezi kontrolní a hnojenou variantou NPK byl vyčíslen na 5,2 hlízy, tj. o 31,3 % kusů hlíz méně.

### Vendula

Kontrolní varianta se u odrůdy Vendula projevila počtem 5 hlíz. Hnojení samotným dusíkem se zvýšil počet hlíz pod trsem o 2,3 hlízy na hodnotu 7,3 kusů. Počtu hlíz 8,5 bylo dosaženo při hnojení PK. Varianta hnojená NK se oproti kontrolní variantě počtem hlíz stoupla o 0,8 hlízy. Varianta hnojená NP se projevila oproti kontrolní variantě zvýšením počtu hlíz o 1,8 kusu. Zvýšení počtu hlíz bylo zaznamenáno v případě varianty NPK, kdy počet hlíz pod trsem dosáhl nejvyšší úrovně 8,7 kusů. Průměrně pak odrůda Vendula nasadila 7 hlíz na jeden trs.

**Tab. 19 Analýza variance – Počet hlíz pod trsem**

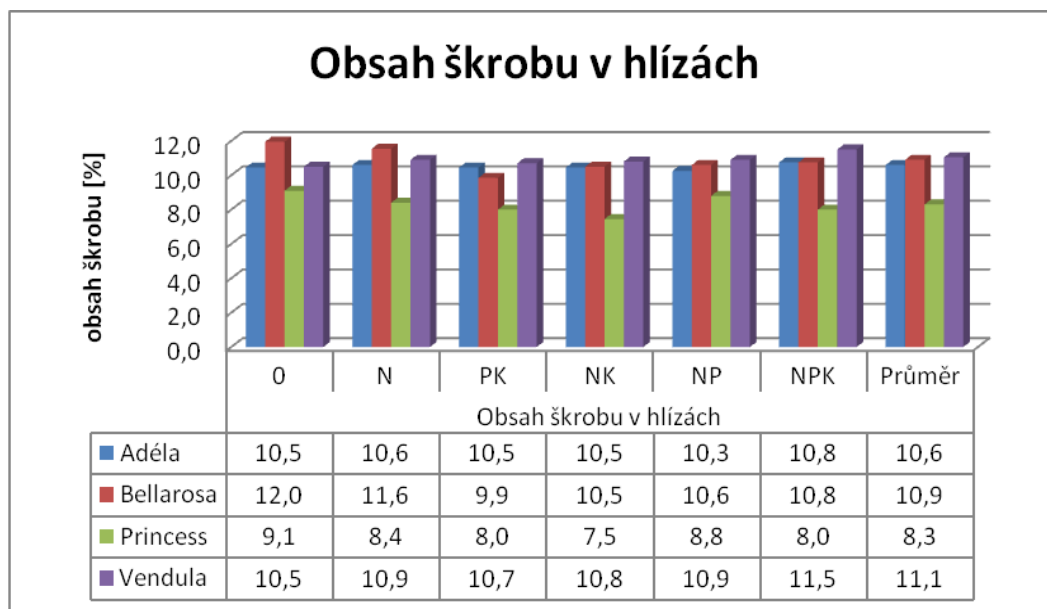
Analýza variance - Počet hlíz pod trsem								
Efekt	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	7646,949	1	7646,949	3,25460	181,5148	42,12852	0,005760
Odrůda	Náhod.	521,776	3	173,925	15,00000	6,1134	28,44989	0,000002
Varianta hnojení	Náhod.	68,514	5	13,703	15,00000	6,1134	2,24143	0,103671
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	91,701	15	6,113	48,00000	8,0716	0,75739	0,715143
Chyba		387,438	48	8,072				

Pozn.: Je-li p-hodnota < 0,05 popř.  $i < 0,01$  nebo < 0,001, zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost počtu hlíz pod trsem na efektu odrůdy. Závislost na efektu varianty hnojení a efektu interakce mezi odrůdou a variantou hnojení nebyla prokázána.

## Obsah škrobu v hlízách

Graf 11 Obsah škrobu v hlízách



### Adéla

Odrůda Adéla vykazovala poměrně nepatrné rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení. V kontrolní variantě vykazovaly hlízy odrůdy Adéla obsah škrobu 10,5 % škrobu. Nepatrné zvýšení oproti kontrolní variantě bylo zjištěno u varianty hnojení N s hodnotou obsahu 10,6 %. U varianty hnojené NK byl zjištěn obsah škrobu stejný jako v případě kontrolní varianty. Nepatrný pokles oproti kontrolní variantě byl zjištěn u varianty hnojené NP, kde obsah škrobu v hlízách dosáhl hodnoty 10,3 %. Nejvyšší obsah škrobu vykazovala varianta hnojení NPK s hodnotou 10,8 %. Odrůda Adéla dosáhla průměrného obsahu škrobu 10,6 %.

## Bellarosa

V kontrolní variantě byly získány hlízy s obsahem škrobu 12 %. Při hnojení samotným N hodnota obsahu škrobu oproti kontrolní variantě nepatrně poklesla na hodnotu 11,6 %. U varianty hnojené PK došlo oproti kontrolní variantě ke snížení obsahu škrobu o 17,6 % na obsah 9,9 %. Mírně vyššího výsledku se získalo při variantě NK (10,5 %), NP (10,6 %) a NPK (10,8 %), nicméně nebyl překonán obsah škrobu v hlízách z kontrolní varianty. Průměrně pak hlízy odrůdy Bellarosa obsahovaly 10,9 % škrobu.

## Princess

Obsah škrobu v hlízách u kontrolní varianty byl nejvyšší v rámci odrůdy – 9,1 %. Oproti kontrolní variantě se u varianty hnojené N zjistil pokles o 7,7 %, u varianty PK pak snížení o 12,1 % na obsah 8 %. Nepatrně nižší obsah se zaznamenal u varianty hnojené NK s obsahem 7,5 %. Ke zvýšení obsahu škrobu došlo i u varianty hnojené NP (8,8 %), přesto byl obsah shledán oproti kontrolní variantě nižším o 12,1 %.

## Vendula

Průměrný obsah škrobu v hlízách byl u odrůdy Vendula nejvyšší ze všech odrůd 11,1 %. Obsah škrobu v hlízách mezi jednotlivými variantami byl vyhodnocen jako poměrně vyrovnaný. U kontrolní varianty obsahovaly hlízy 11,5 % škrobu, stejná hodnota pak byla zjištěna u varianty hnojené NPK. Oproti kontrolní variantě se obsah škrobu u varianty hnojené N snížil o 5,3 % na hodnotu 10,9 %. Nejnižší obsah škrobu se zjistil u varianty hnojené PK s obsahem škrobu 10,7 %. Podobných hodnot dosáhl obsah škrobu i u variant hnojení NK (10,8 %) a NP (10,9 %).

**Tab. 20 Analýza variance – Obsah škrobu v hlízách**

Efekt	Analýza variance - Obsah škrobu v hlízách							
	Efekt (P/N)	SČ	Stupně volnosti	PČ	Den.Syn. Chyba sv	Den.Syn. Chyba PČ	F	p
Abs. člen	Pevný	7464,383	1	7464,383	3,15804	29,91981	249,4797	0,000412
Odrůda	Náhod.	87,420	3	29,140	15,00000	0,62578	46,5658	0,000000
Varianta hnojení	Náhod.	7,029	5	1,406	15,00000	0,62578	2,2464	0,103089
Odrůda*Varianta hnojení	Náhod.	9,387	15	0,626	48,00000	0,40222	1,5558	0,123304
Chyba		19,307	48	0,402				

Pozn.: Je-li p-hodnota  $< 0,05$  popř.  $< 0,01$  nebo  $< 0,001$ , zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,001$  ( $p < 0,001$ ) byla zjištěna statisticky průkazná závislost obsahu škrobu v hlízách na efektu odrůdy a varianty hnojení. Efekt interakce mezi odrůdou a variantou hnojení nebyl prokázán.

## 6 Diskuze

### Výnos hlíz

Výsledky výnosu hlíz potvrdili známou obecnou pravdu, že každé hnojení dusíkem ovlivňuje úroveň výnosu. Autoři Hruška 1977, Vokál 2000 a 2013, Rybáček 1988 nebo Minx a Diviš 1994) označují jako hlavního nositele výnosu dusík. U odrůd Adéla, Bellarosa a Vendula skutečně už při samotném hnojení dusíkem došlo k výraznému zvýšení výnosu. Přesto nejvyšších výnosů bylo docilováno při hnojených variantách v kombinacích s dusíkem. Rozdíly mezi nimi byly často nízké. Zde je vhodné konfrontovat výsledky Waterera (1997), který uvádí, že se vzrůstajícím množstvím srážek/závlahy se význam dusíku jako významného výnosotvorného činitele snižuje. Taková skutečnost nastala i v roce 2014, kdy v druhé polovině vegetace se vyskytovaly vyšší úhrny srážek. Queiroz a kol. (2013) tvrdí, že nejlepších výnosových výsledků bylo docilováno při variantě hnojení NPK. Jejich tvrzení odpovídá odrůda Adéla i Vendula, kdy právě při variantě hnojení NPK bylo dosaženo nejvyššího výnosu. Pro nesporný význam NPK při tvorbě výnosu se vyjádřili i Jankauskas a Otabbong (2004). Výsledkům jejich pokusu odpovídají jen u Adély a Venduly. U Bellarosy a Princess se zjistily nejvyšší výnosy u varianty NK. Odrůdy Bellarosa a Princess naznačily, že fosfor na velikost výnosu hlíz zřejmě nebude mít rozhodující vliv jako N nebo K, spíše bude spolurozhodujícím prvkem ve složení výnosu a kvalitě hlíz. Potvrzuje se, že především draslík a dusík jsou u brambor nejvíce zodpovědní na výnos hlíz.

### Ztráty po přechodném skladování

Rok 2014 byl v závěru vegetace (srpen, září) bohatý na srážky. Množství srážek a vlhké počasí způsobily masivní rozvoj plísně bramboru, která přecházela i na hlízy. Současně byly hlízy napadány suchou hnilobou. Po přechodném uskladnění po dobu 10 dní došlo u některých hlíz k projevu napadení těmito chorobami. Úroveň ztrát byla u každé odrůdy a varianty hnojení různě vysoká. Podle Rybáčka (1988) a



Vokála (2000) aj. dusík při nevyvážených dávkách zvyšuje množství ztrát na hlízách. S jejich názorem se lze ztotožnit jen částečně, protože jedny z nejvyšších ztrát se často vyskytovaly u varianty hnojené pouze N s výjimkou Princess, kdy u této varianty byly ztráty odrůdově nejnižší. Nejnižší ztráty u varianty PK se zaznamenaly u odrůd Adéla a Bellarosa. Zde se potvrzují závěry Míči a Vokála (1995a), kteří tvrdí, že fosfor pozitivně působí na jakost hlíz, zvýšení jejich mechanické odolnosti a vyzrálост pletiv. Jejich tvrzení ale neodpovídá Vendule, kdy byly zjištěny nejvyšší ztráty právě u varianty PK. Celkově pak Vendula byla co do ztrát hlíz nejhorší. Je zajímavé, že ztráty u varianty NPK patřily u Bellarosy, Princess a Venduly k těm vyšším. Je možné pracovat s domněnkou, že optimální výživa NPK podpořila růst hustých porostů, ve kterých se mohla rozšířit plíseň bramboru až do hlíz, u kterých se taková choroba projevila až po přechodném uskladnění. Podobnou formulaci vyslovil Cwalina a kol. (2002), kdy zjistil, že s celkově lepší nabídkou živin může docházet k vyššímu napadení plísní bramboru v rámci ročníku, polohy a odrůdy.

### **Podíl hlíz pod 40 mm**

Podílem hlíz pod 40 mm se zabývali Bárta a Diviš ve své práci z roku 2003. Zjistili, že se stupňující se dávkou dusíku klesá podíl těchto hlíz. Výsledky pokusu se s jejich prací nelze přesně srovnávat, protože nebylo použito stupňovaných dávek hnojiv, přesto je možné srovnání kontrolní varianty s variantou hnojenou dusíkem, nebo variantou PK a NPK. V obou srovnáních vychází najevo, že varianta N a NPK snížila podíl hlíz pod 40 mm. Přeneseně - výsledky pokusu s výsledky citovaných autorů si souhlasí. Nejvyššího podílu těchto hlíz se vždy dosáhlo u kontrolní varianty- Adéla (21,8 %, Bellarosa 5 %, Princess 19,8 %, Vendula 10,8 %). Protože s každým hnojením byl podíl těchto hlíz vždy nižší, je možné formulovat domněnku, že minerální hnojení významně snižuje podíl těchto hlíz. Varianta hnojená NPK, kdy Adéla, Princess i Vendula dosáhla nejnižšího podílu těchto hlíz. Bellarosa celkově vyprodukovala nejnižší průměrný podíl-2,4 %. U varianty NPK dosáhl podíl těchto hlíz hodnoty 2,1 %, u varianty NP nejnižšího výsledku 1,0 %. Za zmínku stojí, že právě u kontrolních variant odrůd Adéla, Bellarosa a Princess byl nasazen nejvyšší počet hlíz. Rostlina v situaci s omezenou nabídkou živin preferuje vyšší tvorbu, která

se ale odrazí ve vyšším zastoupení hlíz pod 40 mm. Z toho důvodu byly u kontrolních variant všech odrůd nacházeny nejnižší podíly hlíz nad 70 mm.

### **Podíl hlíz 40-70 mm**

Diviš s Bártou (2003) se ve své práci zabývali i podílem hlíz druhé frakce. Podle nich vyšší intenzita výživy dusíkem potlačuje podíl hlíz pod 40 mm ve prospěch obou ostatních podílů. Výsledky pokusu jejich závěry potvrzují. V pokusu se ale nezvýšil podíl hlíz mezi 40-70 mm, ale poměrně vysokého podílu dosáhl podíl hlíz nad 70 mm. Výsledky tedy potvrzují názory Vokála (2000), Rybáčka (1988) a Hrušky (1974), že plná výživa tvoří předpoklad lepšího zdravotního stavu, který má za následek i vyšší výnosy podílu hlíz 40-70 mm, popř. hlíz nad 70 mm. Výsledky pokusu jejich závěrům ohledně podílu hlíz 40-70 mm nesouhlasí, protože ani u jedné odrůdy nebyl nalezen nejvyšší podíl u varianty NPK. Nejvyšší výsledky byly: Adéla (NK - 83,2 %), Bellarosa (0 – 85,4 %), Princess (PK – 90,4 %) a Vendula (NP – 90,1 %). Naopak nejnižší podíly byly u varianty NPK nalezeny u Bellarosy (64,9 %) a Venduly (79 %). Adéla i Princess poskytly nejnižší výsledek u kontrolní varianty. Ukázalo se, že v roce 2014 lepší nabídka živin snižovala podíl hlíz 40-70 ve prospěch hlíz nad 70 mm. Faktor hnojení byl ještě umocněn vyšším množstvím srážek v druhé polovině vegetace, které mělo na velikost hlíz podstatný vliv. Nejvyšší podíly hlíz 40-70 mm se u kontrolní varianty odrůd Adéla a Princess zachovaly díky limitující nabídce živin z hnojení, kdy hlízy nepřerůstaly, ale současně vytvořily vysoký podíl hlíz pod 40 mm. Průměrné nejvyšší zastoupení podílu hlíz 40-70 mm vykazala Princess (84,9 %). Údaj koresponduje s vlastností definovanou šlechtitelem, že odrůda poskytuje vysoký podíl tržních hlíz.

### **Podíl hlíz nad 70 mm**

Ačkoliv je obecnou pravdou, že podíl hlíz nad 70 mm je přímo podporován množstvím dusíkatého hnojení, popř. draselného, na pokusu se pravděpodobně projevil vliv ročníku a vysokého množství srážek ke konci vegetace. Je zřejmé, že největší podíly těchto hlíz se nacházely u varianty hnojené buď NPK, anebo NK. Taková situace nastala u všech odrůd. Výsledky odpovídají názorům Vokála (2000) i

Diviše a Bárty (2003), že za optimální výživy a dostatečného množství srážek se v kombinaci s odrůdou zvyšuje podíl hlíz nad 70 mm. Autoři Rosen a Bierman (2008) se zabývali vlivem fosforu na velikost hlíz. Podle nich fosfor snižuje podíl hlíz s hmotností 285 g (tj. hlízy nad 70 mm) a naopak zvyšuje podíl hlíz pod 85 g (tj. hlíz pod 40 mm a 40-70 mm). Výsledky pokusu s jejich výstupy korespondují pouze v případě hlíz pod 40 mm, kdy skutečně varianta PK vykazovala mezi hnojenými variantami vyšší podíl, často nejvyšší podíl těchto hlíz. U hlíz nad 70 mm se pozitivní vliv PK projevil u Adély a Princess. U ostatních odrůd se minimum mezi hnojenými variantami nacházelo u jiných variant hnojení. K tvorbě vysokého podílu těchto hlíz se ukázala být odrůda Bellarosa velmi náchylná, protože podíl při variantě NPK dosáhl 33 %, průměrný výsledek variant pak 25,7 %. Naopak u Princess průměrný podíl hlíz nad 70 mm činil 6 % (při NK 10 % a NPK 9,5 %). Princess opět potvrdila svojí schopnost tvorby vysokého podílu hlíz 40-70 mm bez zbytečného navyšování hlíz nad 70 mm. Jejím rizikem byla ale možnost vyššího podílu hlíz pod 40 mm.

### **Průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm**

Pulkrábek (2003) nebo Minx a Diviš (1994) uvádějí pozitivní vliv dusíku na hmotnost hlíz. S takovým tvrzení se nelze plně ztotožnit. Hmotnosti hlíz pocházejících z jednotlivých variant byly poměrně vyrovnané. Adéla dosáhla nejvyšší hmotnosti u varianty PK, nejnižší pak u NP. Bellarosa nejvyšší u kontroly, nejnižší u NP. Princess nejvyšší u NP, nejnižší u N. Vendula nejvyšší u PK, nejnižší u N a NK. Výsledky nesvědčí pro význam některého hnojení ve vztahu k průměrné hmotnosti hlíz pod 40 mm. Rozhodující vliv zde měl genotyp odrůdy. Průměrně nejtěžší hlízy poskytla Vendula (36,4 g), následovala Adéla (33,1 g), pokračovala Princess (31,5 g) a nakonec Bellarosa (26,5 g).

### **Průměrná hmotnost hlíz 40-70 mm**

Vokál (2013) poukazuje na stimulující vliv dusíku na hmotnost hlíz. Takovému tvrzení odpovídají odrůdy Bellarosa, Princess a Vendula. Dusík podstatným způsobem zvyšoval hmotnost hlíz jak při samostatné aplikaci, tak i při kombinaci

některým z prvků. Podíl těchto hlíz se často snižoval ve prospěch hlíz nad 70 mm, kdy hlízy zejména díky zásobě živin a dostatečné půdní vláze přerůstají. Takové hlízy jsou obtížněji zpracovatelné, hůře zachovávají varný typ apod. Je zajímavé, že Adéla při kontrolní variantě poskytla hlízy (190,7 g) podstatně převyšující hmotnost hlíz pocházejících z hnojených variant. Už při hnojení N hmotnost „klesla“ na hmotnost 110,1 g. Nabízí se vysvětlení, že omezená nabídka živin a současně i vysoký počet hlíz způsobily, že rostliny nemohly podporovat přerůstání hlíz do kategorie nad 70 mm, jako tomu bylo při variantě NPK. Proto takové hlízy zůstaly v kategorii 40-70 mm s velmi dobrou hmotností. Zajímavá souvislost se nabízí u varianty NK, kdy sice Adéla dosáhla nejtěžších hlíz, ale zároveň zde byly nejvyšší ztráty. U Bellarosy platilo, že každé hnojení zvyšuje hmotnost těchto hlíz oproti kontrolní variantě, nejvíce pak varianta NK. Positivní vliv každého hnojení demonstrovala i odrůda Princess. Tato odrůda nekopírovala výsledky předchozích odrůd, právě naopak u varianty NK byla z hnojených variant průměrná hmotnost nejmenší – 104,5 g. Průměrně nejvíce pak hlízy vážily z varianty NPK – 123 g. Hmotnost hlíz z varianty NK by mohla souviset s nejvyšším podílem hlíz nad 70 mm, který byl právě u NK nejvyšší. Vendula pak dosáhla nejvyšší hmotnosti u NP, nejnižší u PK. Vzhledem k různorodosti výsledků jednotlivých odrůd nelze upřednostnit ve vztahu k průměrné hmotnosti hlíz 40-70 mm některé z hnojení. Je ale možné se ztotožnit s názorem Diviše a kol. (2006), že každé hnojení zvýšilo průměrnou hmotnost těchto hlíz s výjimkou Adély. Stojí za poznámku, že rozdíly v hmotnosti mezi variantou N a PK byl minimální.

### **Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm**

Názor autorů Hrušky, Rybáčka nebo Bárty říkájí, že zvyšování kvality výživy rostlin, především množství dusíku, přináší i vyšší hmotnost hlíz současně se zvýšením podílu hlíz nad 70 mm. Odrůdy Adéla a Bellarosa poskytly nejtěžší hlízy při variantě NK, ale Princess u varianty NPK a Vendula u varianty NP. Ve všech případech je ale možné vysledovat, že kombinace hnojení podpořily vyšší hmotnost hlíz oproti variantě hnojené N. Samotné hnojení N oproti kontrolní variantě nedokázalo vždy zvýšit průměrnou hmotnost těchto hlíz, proto lze tvrzení uvedených autorů potvrdit jen částečně. Dusík zvyšoval hmotnost hlíz nad 70 mm především

v kombinaci s fosforem a draslíkem. Ani v případě nejnižší průměrné hmotnosti hlíz nad 70 mm nejde vysledovat souvislosti mezi variantami hnojení. U Adély byly nalezeny hlízy s průměrnou nejnižší hmotností u kontrolní varianty, u Bellarosy při variantě hnojení PK, u Princess u kontrolní varianty a u Venduly při variantě hnojení NK.

### **Průměrná hmotnost jedné hlízy**

Kategorie průměrné hmotnosti hlíz jednoznačně definuje pozitivní vliv každého hnojení na průměrnou hmotnost hlíz. Takové názory definoval např. i Belanger (2002) nebo už před ním Hruška (1974). Je zajímavé, že rozdíly mezi variantami N a PK jsou velmi malé, jsou však převyšovány ostatními variantami, mezi kterými však varianta NPK neměla vůdčí postavení. Nejtěžší hlízy pocházející z varianty NPK byly nalezeny u odrůdy Princess. V případě Adély a Bellarosy nejvíce narostly hlízy z varianty NK, u Venduly u varianty NP. Kolodziejczyk (2014) definoval dusík jako nejvíce zodpovědný za průměrnou hmotnost hlíz. Podle něj jeho význam stoupá až do 180 kg N/ha. Při analýze tohoto pokusu se opravdu zjistilo, že samotný dusík způsobil největší zvýšení hmotnosti ve srovnání s kontrolní variantou. Výsledky varianty PK jsou výsledkům varianty N velice blízké. Výsledky pokusu a Kolodziejcyka si odpovídají. Podstatné zvýšení hmotnosti přinesly až kombinace dusíku a některého dalších z prvků. Podrobněji jsou jednotlivé odrůdy rozebrány v dalších odstavcích. Vliv draslíku na hmotnost hlíz určil Dahlenburg a kol. (1994), kdy draslík zvyšoval průměrnou hmotnost hlíz. Srovnání průměrných hmotností varianty N a NK přineslo potvrzení, že i draslík zvyšuje hmotnost hlíz. Za zmínku stojí Princess, kdy hmotnost jedné hlízy byla u hnojených variant (N až NPK) vyrovnaná s maximálním rozdílem 14,9 g.

### **Počet hlíz pod trsem**

Studiem počtu hlíz pod trsem a možnostmi jeho ovlivnění se zabýval např. Čepl (1996). Zkoušel aplikovat stupňované dávky dusíku do výše 160 kg/ha s nejvyšší odezvou 0,5 ks hlízy. Rovněž uvedl, že pro počet hlíz je rozhodující faktor srážek a odrůda. Výsledky pokusu takovému zjištění částečně odpovídají. Například Adéla i

Princess dosáhly maxima počtu hlíz pod trsem při kontrolní variantě. Naopak Bellarosa a Vendula při variantě NPK. Naopak při nejnižším počtu hlíz se odrůdy střetávaly při variantě NK. Reakce odrůd byla tedy různá. Nejnižší počet hlíz u varianty NK nekoresponduje s tvrzením Míči a Vokála (1995b), že draslík nemá vliv na počet hlíz. Draslík v kombinaci NK měl spíše negativní dopad. Ale při hnojení NPK už byl počet hlíz opět vyšší. Naznačuje se tedy pozitivní vliv fosforu na počet hlíz, jak uveřejnili Míča a Vokál (1995a).

### **Obsah škrobu v hlízách**

Je obecnou pravdou, že dusík od určité míry snižuje obsah škrobu v hlízách. To potvrdili ve svých pracích např. Diviš a kol. (2006), Míča a Vokál (1995a) aj. Výsledky získané analýzou pokusu však takové tvrzení nemohou potvrdit, protože obsah škrobu u varianty hnojení pouze N byl často jeden z nejvyšších výsledků. Autoři rovněž poukazují na pozitivní vliv fosforu na obsah a kvalitu škrobu. Zajímavou souvislost mezi hnojením a výživou fosforu uvedl Ozturk a Kavurmaci (2010), že fosforečné hnojení se často neprojeví, není-li jeho množství zásob v půdě velmi malé. Takový případ zřejmě nastal i v tomto pokusu, kdy vliv fosforu není příliš rozlišitelný. Celkově byl obsah škrobu u jednotlivých odrůd poměrně vyrovnaný.

## 7 Závěr

Pro pěstitele znamenal rok 2014 sezónu rekordních výnosů brambor. Vliv vyšších úhrnů srážek se projevil i při realizaci tohoto pokusu, který byl veden jako jednoletý. Větší množství srážek v druhé polovině vegetace sice pomohlo zvýšit výnosy hlíz, zároveň i zhoršovaly zdravotní stav porostu, který se promítnul i v množství hlíz napadených plísní bramboru a suchou hnilobou. Zdravotně nejhůře skončila Vendula, kdy byly zjištěny obrovské ztráty. Naopak ostatní odrůdy vykazovaly podstatně lepší zdravotní stav. Adéla se ukázala být plastickou odrůdou, která se velmi dobře odvděčí za dobrou úroveň hnojení výborným výnosem. Bellarosu lze rovněž označit jako skvělou odrůdou, její velkou nevýhodou je ale přerůstání hlíz. S takovým problémem se nemusela potýkat Princess, která vykazovala nejnižší průměrný podíl přerostlých hlíz.

Ukázalo se, že nejdůležitějšími prvky ovlivňující růst a hmotnost hlíz byly dusík a draslík. Při analýze pokusu se zjistilo, že vliv hnojení NK a NPK se často významně neliší.

Hnojení N, P a K:

- přineslo nejvyšší výnos u Adély a Venduly, odrůdy Bellarosa a Princess dosáhly maxima při variantě hnojené pouze dusíkem a draslíkem
- neznamenalou současně s vysokým výnosem i vysoké ztráty hlíz
- přineslo bezesporu snížení podílu hlíz pod 40 mm
- dosáhlo mezi hnojenými variantami největšího snížení podílu hlíz 40-70 mm ve prospěch hlíz nad 70 mm
- společně s variantou NK tyto dvě varianty nejvíce zvyšovaly podíl hlíz nad 70 mm
- nemělo vliv na průměrnou hmotnost hlíz pod 40 mm
- zvýšilo průměrné hmotnosti hlíz 40-70 mm pouze u Princess
- nejvíce zvýšilo hmotnosti hlíz nad 70 mm pouze u Princess, u Adély a Bellarosy měla větší vliv varianta NK a u Venduly NP

- přineslo zvýšení průměrné hmotnosti jedné hlízy u Princess, u Adély a Bellarosa měla větší účinek varianta NK a u Venduly NP
- podpořilo maximalizaci počtu hlíz pod trsem pouze v případě Bellarosy a Venduly
- přineslo nejvyšší obsah škrobu v hlízách u odrůd Adély a Venduly



## 8 Citovaná literatura

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

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

**Anonym I. (2014).** *Země- místo k tvoření.* [Online] 3. 1 2014. [Citace: 3. 1 2014.] Dostupné z: <http://gaia.comuv.com/bpej/>.

**Anonym II. (2012).** Český statistický úřad. *Odhad sklizně zemědělských plodin.* [Online] 15. 10. 2012. [Citace: 5. 1. 2013.] Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/publ/2114-12-r\\_2012](http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/publ/2114-12-r_2012).

**Anonym III. (2014).** Český statistický úřad. *Soupis ploch osevů.* [Online] 11. 7. 2014. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/publ/270143-14-r\\_2014](http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/publ/270143-14-r_2014)

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

**Anonym V. (2014).** Český úřad zeměměřičský a katastrální. *Aplikace nahlížení do katastru.* [Online] 3. 1. 2014. [Citace: 3. 1. 2014.] Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt>.

**Anonym VI. (2010).** Vesa Velhartice, a.s. *Odrůdy brambor.* [Online] 2010. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: <http://www.vesa-velhartice.cz/cz/vendula.htm>

**Anonym VII. (2003).** Selektá Pacov, a.s. *Odrůda Adéla – popis.* [Online] 2003. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: <http://www.sadba.cz/adela.htm>

**Anonym VIII. (2014).** Agriana, s.r.o. *Popis odrůdy Princess.* [Online] 2014. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: <http://www.sadbovezemiaky.sk/cz/odrudy/polorana/216-zemiaky-princes>

**Anonym IX. (2009).** EUROPLANT šlechtitelská, s.r.o. *Popis odrůdy Bellarosa.* [Online] 2009. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: <http://www.europlant.cz/odrudy/?odruda=Bellarosa>

**Anonym X. (2009).** ZF JCU – Katalog odrůd brambor. *Katalogový list odrůdy Bellarosa*. [Online] 2009. [Citace: 3. 1. 2015.] Dostupné z: <http://www.katalogbrambor.cz/katalog/detail/20>

**Anonym XI. (2012).** Zvýšená hladina draslíku v krvi-hyperkalémie. *Česká nadace pro nemoci ledvin*. [Online] 2012. [Citace: 3. 2. 2015.] Dostupné z: <http://www.nadaceledviny.cz/informacni-brozurky/zvysena-hladina-drasliku-v-krvi-hyperkalemie>

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

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

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

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

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

**Bárta J., Diviš J. a Čurn V. (2000b).** 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. (2000).** Dusíkaté látky bram. hlíz a jejich ovlivnění N-hnojením. *Bramborářství*. č. 2, s. 11-12. ISSN 1211-2429\*SE.

**Bárta J. a Diviš J. (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, PH. a Ziadi N. (2002).** Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars. *American journal of potato research*. roč. 79, č.3, s. 269-279. ISSN 1099-209X.

**Bussan A. J., Michel P. D. a Copas M. E. (2007).** Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. *Crop Science*. 47, pg. 2462-2472

**Casa R., Pieruccetti F., Sgueglia G. a Lo Cascio B. (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

**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, N.N. (eds).- Minsk (Belarus): BRIPP, 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 Kasal P. (2006).** Aplikace dusíkatých hnojiv. *Moderní rostlinná výroba.* č.1, s. 7-8. ISSN 1214-228x.

**Dahlenburg A. P., Maier N. A. a Williams C. M. (1994).** Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on yield, specific gravity, crisp color and tuber chemical composition of potato (*Solanum tuberosum L.*). *Australian Journal of experimental agriculture.* Vol. 34, Issue 6, pg. 813-824.

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

**Diviš J., Švajner J., Bárta J. a Heřmanová V. (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. České Budějovice : ZF JCU, roč. 23, č. 2., stránky 57-68.

**Diviš J. a Švajnerová M. (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 Ballmer T. (2009).** Nitrogen supply of new potato varieties cultivated in Switzerland. *Agrarforschung.* č. 11-12, s. 484-489. ISSN 1022-663X

**Grocholl, J. (2007).** Düngung: N und K entscheiden über den Erfolg. *Kartoffelbau,* roč. 58, Nr. 1-2, St. 12-15

- Haberland R. (2012).** Neue Ergebnisse zur N-Düngung in Kartoffeln. *Kartoffelbau. 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 bramborařský, 31 s. ISBN 9788086940274.
- Havelka B., Knop K. a Ivanič J. (1979).** *Výživa rostlin a hnojení.* 1. vyd. Bratislava : Priroda, 360 s.
- Houba M. a kol. (2007).** *Poznejte, pěstujte, používejte brambory.* Praha: Europlant. ISBN 978-80-239-9419-3
- Hruška L. a Choc V. (1974).** *Brambory.* 1. vyd. Praha : SZN, 416 s.
- Jankauskas B. a Otabbong E. (2004).** Combined NPK fertilization and limig maximizas crop productivity of acid kams in Lithuania. *Acta agriculturae scandinavica section B-soil and plant science.* Vol. 54, Issue 2, pg. 60-66.
- Joern B. C., Vitosh M. L. (1995).** Influence of applied on potato part I. : yield, quality, and nitrogen uptake. *American journal of potato research.* 72, č. 1, s. 61-63. ISSN 0003-0589.
- Joern B. C. a Vitosh M. L. (1995).** Influence of applied nitrogen on potato. 2. Recovery and partitioning of applied nitrogen. *American potato journal.* 72, č.2, s. 73-84. ISSN 0003-0589
- Jun J. (1983).** *Skladování brambor.* 1. vyd. Praha: SZN. 233 s.
- Jůzl M., Pulkrábek J. a Diviš J. (2000).** *Rostlinná výroba.* 1. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno. 222 s. ISBN 80-715-7446-5
- Kasal P. (2009).** *Možnosti efektivnějšího využití dusíkatých hnojiv u brambor.* Farmář. roč.15 , č.2, ISSN 1210-9789
- Kasal P., Čepl J. a Vokál B. (2010).** *Hnojení brambor.* 2. vyd., aktualiz. Havlíčkův Brod : Výzkumný ústav bramborařský, 23 s. ISBN 9788086940243.
- Kincl L., Kincl M. a Jakrlová J. (2003).** *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií.* 3. upravené vyd.-dotisk. Praha : Fortuna, 256 s. ISBN 80-7168-736-7.

- Kolář K., Kodíček M. a Pospíšil J. (2000).** *Chemie II.* 2. vyd. Praha : SPN, 128 s. ISBN 80-85937-49-2.
- Kolodziejczyk M. (2014).** *Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on potato yielding.* Plant, soil and environment. Vol. 60, Issue 8, pg. 378-386.
- Kushmach V.S a Singh S.P. (2008).** Effect intra-row spacing and date of haulm cutting on production of small size tubers. *Potato Journal*, 35, Nm. 1-2, pg. 88-90
- Lahký J. (1990).** The influence of fertilization, site and year on the yield and qualitative parameters of potatoes. *Rostlinná výroba.* stránky 857-864. ISSN 0370-663X WOS:A1990FT52700011
- Ledvina R., Horáček J. a Šindelářová M. (2000).** *Geologie a půdoznalství.* České Budějovice : ZF JČU
- Maier V., Růžek P., Kasal P. a Vejchar D. (2009).** *Technologie lokální aplikace minerálních hnojiv a přípravků při pěstování brambor.* Praha 6- Ruzyně : VÚZT, 48 s. ISBN 978-80-86884-48-6.
- Míča B., Vokál B. a Penk J. (1991).** *Dusičnany v bramborách a možnost snížení jejich obsahu.* 1. vydání. Praha : MZe ČR, 75 s. ISBN 80-7084-039-0.
- Míča B. a Vokál B. (1995a).** Fosfor ve výživě brambor. *Bramborářství.* roč. 3, č.1, s. 9-11. ISSN 1211-2429.
- Míča B. a Vokál B. (1995b).** Draslík ve výživě brambor. *Bramborářství.* roč. 3, č.3, s. 10-12. ISSN 1211-2429.
- Míča B. a Vokál B. (1997).** Dusíkaté látky a jejich vztah ke kvalitě brambor. *Bramborářství.* roč.4, č. 1, s. 5-8. ISSN 1211-2429\*SE.
- Minx L. a Diviš J. (1994).** *Rostlinná výroba.* 1. vyd. Praha : AF VŠZ, 153 s. ISBN 8021301546.
- Ozturk E. a Kavurmaci Z. (2010).** The effects of different nitrogen and phosphorus rates on some quality traits of potato. *Potato Research.* Vol. 53, Issue 4, pg. 309-312. IS 540-010-9176-8.
- Petr J. (1989).** *Rukověť agronoma.* 1. vyd. Praha : SZN, 688 s. ISBN 80-209-0062-4.
- Prugar J. (2008).** *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.* Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. 327 s. ISBN 978-808-6576-282.

- 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](http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=5).
- Queiroz L. R. D. a kol. (2013).** NPK fertilization and potato tuber seed size on growth, yield and profitability of potato plants. *Horticultura Brasileira*. Vol. 31, Issue 1, pg. 119-127.
- Richter R. a Hlušek J. (1994).** *Výživa a hnojení rostlin (I. obecná část)*. 1. vyd. Brno : VŠZ v Brně, str. 177. ISBN 80-7157-138-5.
- Rosen C. a Bierman P. (2008).** Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. *American journal of potato research*. New York, 85, č.2 , stránky 110-120. ISSN 1099-209X.
- Rybáček V. (1988).** *Brambory*. 1. vyd. Praha : SZN, 358 s.
- Skrabule I., Vaivode, A. a Ruza A. (2012).** *The influence of nitrogen fertilizer norm on indicators of nutrient use for potato*. Jelgava: Research for Future of Latvia Agriculture: Food, Feed and Energy Lotyšská zemědělská univerzita, s. 90-94. ISBN 978-9984-48-059-6.
- Škarda M. (1982).** *Hospodaření s organickými hnojivy*. 1. vyd. Praha : SZN, s. 328.
- Slavík B., Štěpánková J. a Bělohlová R. (2004).** *Květena České republiky*. 1. vyd., Praha: Academia. 767 s. ISBN 8020011617.
- Šmálik M. (1987).** *Zemiaky*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Bratislava: Priroda. 297 s.
- Vaněk V. (2002).** *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. dopl. vydání. Praha : Ing. Martin Sedláček, 132 s. ISBN 80-902413-7-9.
- Vokál B. (2000).** *Brambory*. Praha : Agrospoj, 245 s.
- Vokál B. a kol. (2013).** *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. 1. vyd. Praha: Profi Press. 160 s. ISBN 978-80-86726-54-0
- Vostal J. a Mezulianik M. (1995).** *Hnojení polních kultur*. 1. vyd. Nymburk : Hospodářské služby, 84 s.
- Vreugdenhil D. (2007).** *Potato biology and biotechnology: advances and perspectives*. 1. vyd. Oxford: Elsevier, 823 s. ISBN 9780444510181.
- Wadas W. a kol. (2005).** *Effect of cultivation way and nitrogen fertilization on the total and nitrate nitrogen content in early potato tubers*. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu. Rolnictwo*.s. 535-541.č.86. ISSN 0137-1959.

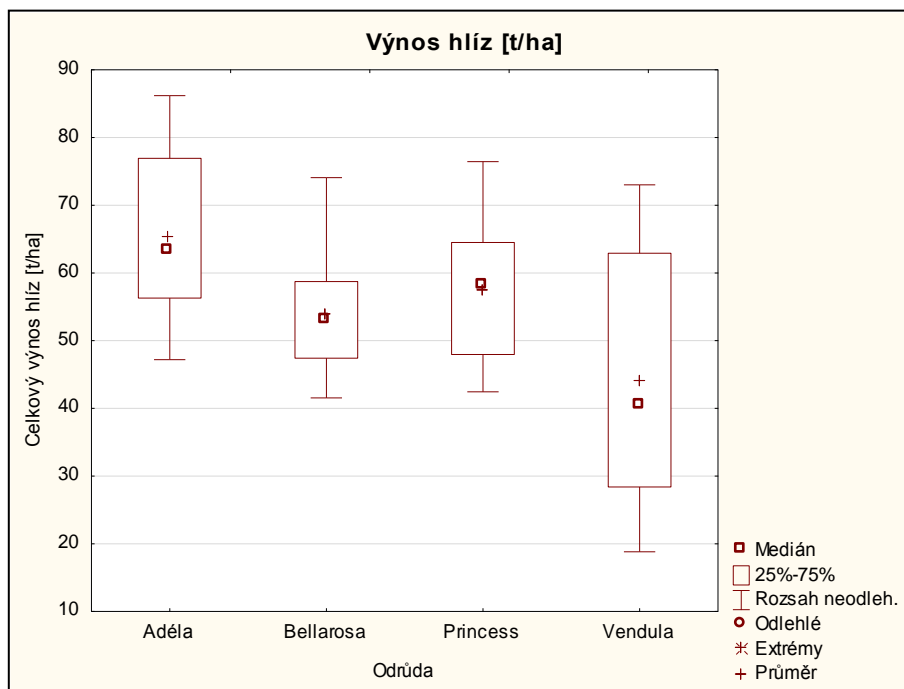
**Waterer D. (1997).** Influence of irrigation, nitrogen and seed piece spacing on yields and tuber size distribution of potatoes. *Canadian Journal of Plant science*. Vol. 77, Issue 1., pg. 141-148.

**Zebarth B. J., Arsenaut W. J a Sanderson J. B. (2006).** Effect of seedpiece spacing and nitrogen efficiency parameters of two potato cultivars. *American journal of potato research*. roč. 83, č. 4, s. 289-296, ISSN 1099-209x.

**Zrůst J.** Dusičnany, dusitany a nitrosaminy u konzumních brambor určených pro přímou spotřebu a produkci potravinářských výrobků z brambor. *Phytosanitary.org*. [Online] [Citace: 17. prosinec 2012.] Dostupné z: <http://www.phytosanitary.org/>.

## 9 Přílohy

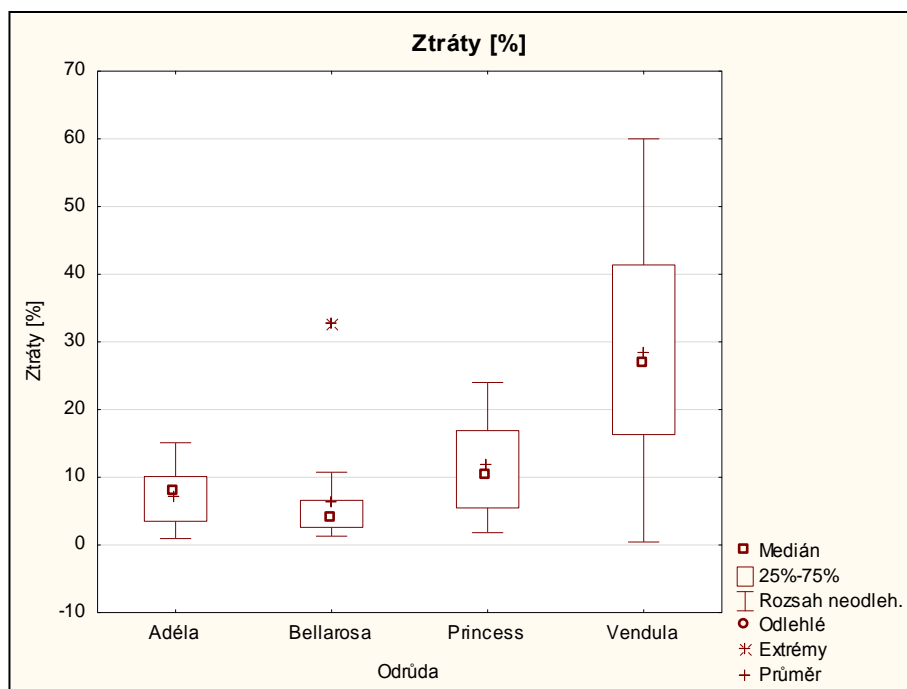
Graf 12 Výnos hlíz



Výnos hlíz [t/ha], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 168,78, sv = 48,000					
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Celkový výnos hlíz [t/ha] Průměr	1	2
19	Vendula	O	23,07000	****	
22	Vendula	NK	40,80000	****	****
20	Vendula	N	44,18667	****	****
7	Bellarosa	O	45,24000	****	****
23	Vendula	NP	47,83233	****	****
21	Vendula	PK	51,65000	****	****
1	Adéla	O	52,20333	****	****
11	Bellarosa	NP	52,59000	****	****
16	Princess	NK	53,38333	****	****
18	Princess	NPK	53,48000	****	****
9	Bellarosa	PK	53,69667	****	****
24	Vendula	NPK	55,02667	****	****
12	Bellarosa	NPK	55,73000	****	****
8	Bellarosa	N	57,33333	****	****
15	Princess	PK	57,69333	****	****
10	Bellarosa	NK	57,98000	****	****
14	Princess	N	58,30667	****	****
17	Princess	NP	59,74000	****	****
13	Princess	O	60,62500	****	****
3	Adéla	PK	63,11333	****	****
2	Adéla	N	63,75000	****	****
5	Adéla	NP	66,43000		****
4	Adéla	NK	67,96667		****
6	Adéla	NPK	77,78000		****

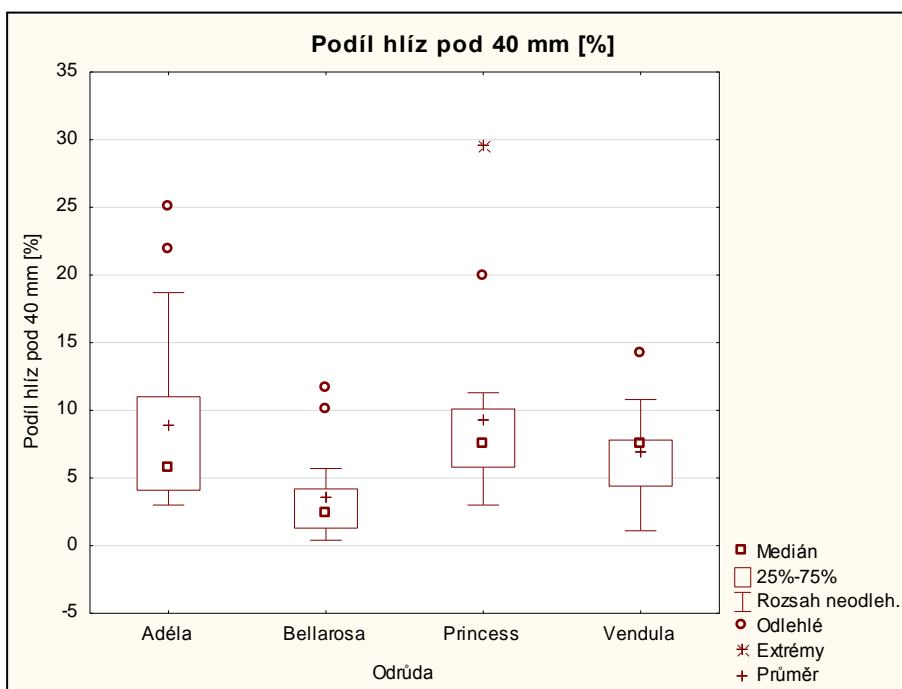


Graf 13 Ztráty po přechodném skladování



Č. buňky	Ztráty [%], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 110,09, sv = 48,000				
	Odrůda	Varianta hnojení	Ztráty [%] Průměr	1	2
3	Adéla	PK	3,04667	****	
9	Bellarosa	PK	3,10000	****	
8	Bellarosa	N	4,70000	****	
11	Bellarosa	NP	4,83333	****	****
10	Bellarosa	NK	4,86667	****	****
1	Adéla	O	5,13000	****	****
5	Adéla	NP	5,50000	****	****
7	Bellarosa	O	5,80667	****	****
6	Adéla	NPK	7,13333	****	****
14	Princess	N	8,00000	****	****
17	Princess	NP	9,25667	****	****
15	Princess	PK	9,56667	****	****
16	Princess	NK	10,03333	****	****
2	Adéla	N	10,63333	****	****
4	Adéla	NK	11,33333	****	****
12	Bellarosa	NPK	12,92000	****	****
13	Princess	O	13,50000	****	****
18	Princess	NPK	20,04000	****	****
20	Vendula	N	21,37000	****	****
19	Vendula	O	22,71333	****	****
23	Vendula	NP	28,35867	****	****
22	Vendula	NK	29,69667	****	****
21	Vendula	PK	30,26000	****	****
24	Vendula	NPK	37,75667		****

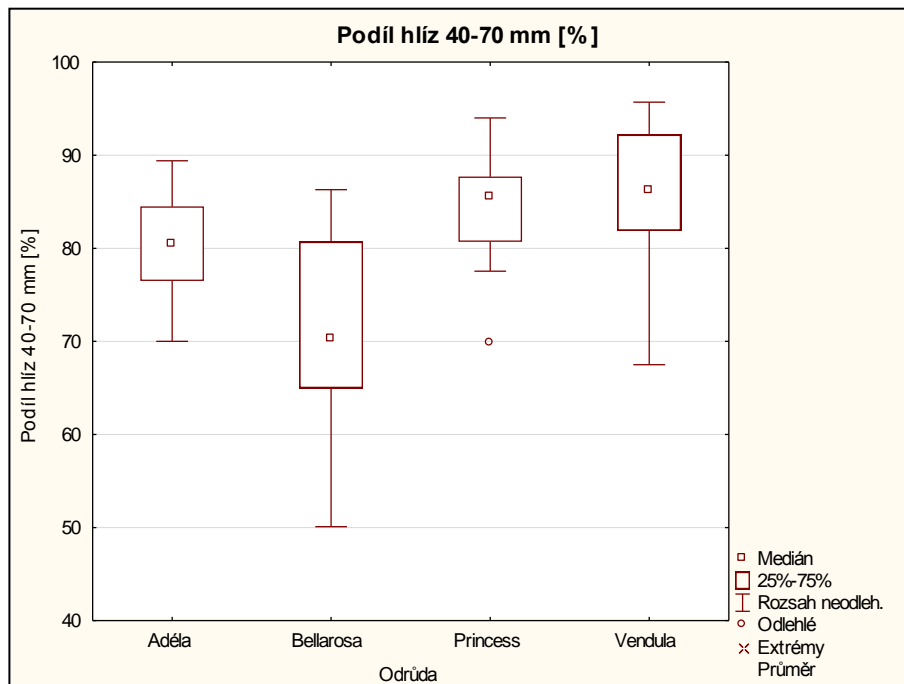
Graf 14 Podíl hlíz pod 40 mm



Podíl hlíz pod 40 mm [%], HSD při nestejných N  
Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání)  
Chyba: meziskup. PČ = 10,749, sv = 48,000

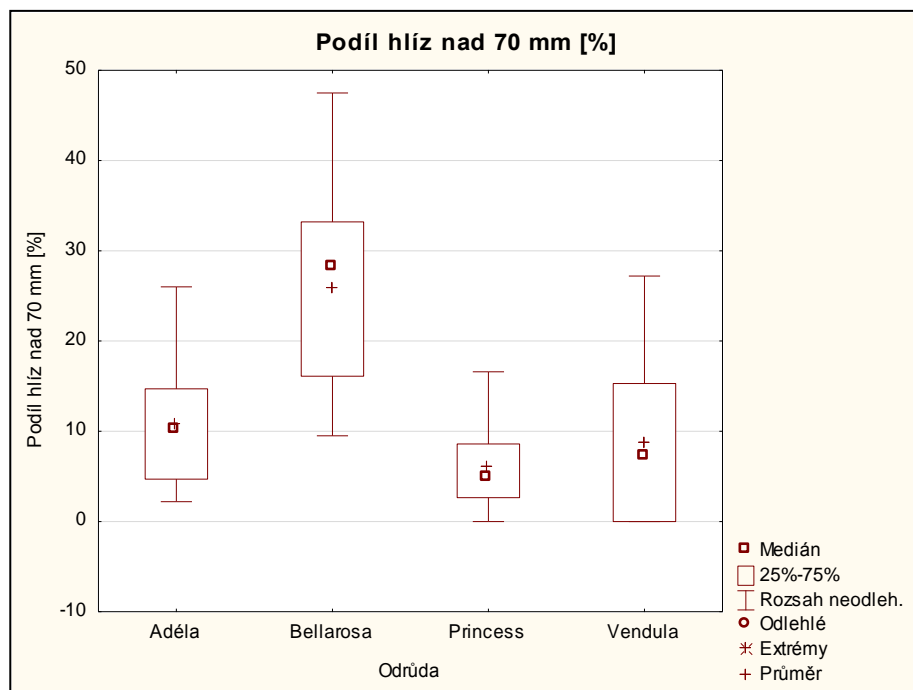
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Podíl hlíz pod 40 mm [%] Průměr	1	2	3
10	Bellarosa	NK	1,43333	****		
12	Bellarosa	NPK	2,06667	****		
8	Bellarosa	N	2,23333	****		
9	Bellarosa	PK	2,53333	****		
6	Adéla	NPK	3,83333	****		
7	Bellarosa	O	4,95000	****		
23	Vendula	NP	5,06667	****		
4	Adéla	NK	5,13333	****		
20	Vendula	N	5,50000	****		
24	Vendula	NPK	5,66667	****		
5	Adéla	NP	5,76667	****		
22	Vendula	NK	5,83333	****		
18	Princess	NPK	5,83333	****		
16	Princess	NK	6,06667	****		
14	Princess	N	6,63333	****		
11	Bellarosa	NP	7,32333	****		
2	Adéla	N	7,33333	****		
15	Princess	PK	7,76667	****		
21	Vendula	PK	8,63333	****		
17	Princess	NP	8,70000	****		
3	Adéla	PK	9,13333	****		
19	Vendula	O	10,80000	****	****	
13	Princess	O	19,80000		****	****
1	Adéla	O	21,80000			****

Graf 15 Podíl hlíz 40-70 mm



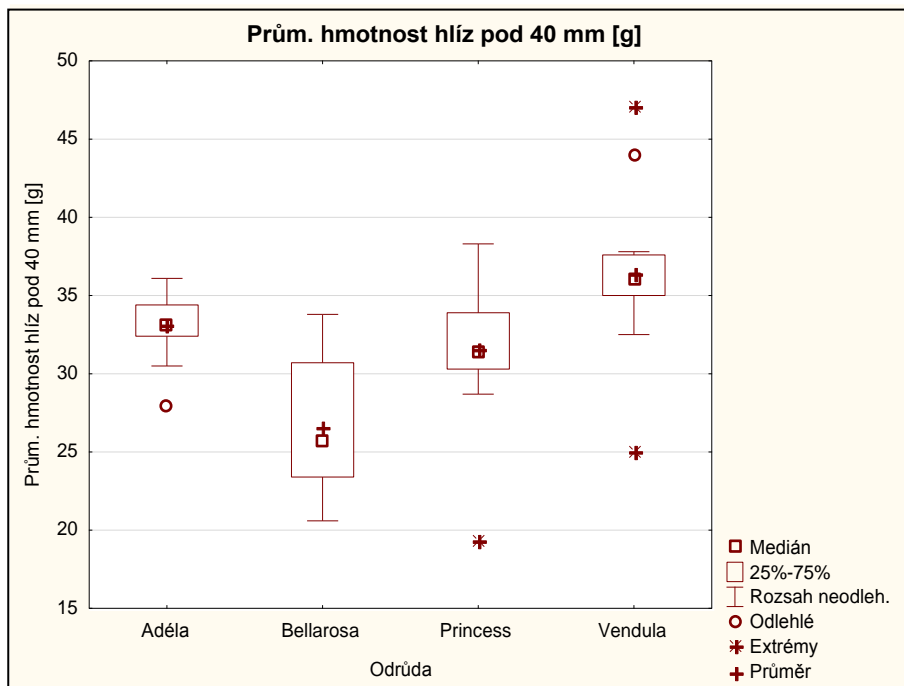
Č. buňky	Podíl hlíz 40-70 mm [%], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 56,071, sv = 48,000				
	Odrůda	Varianta hnojení	Podíl hlíz 40-70 mm [%] Průměr	1	2
10	Bellarosa	NK	64,76667	****	
12	Bellarosa	NPK	64,90000	****	
11	Bellarosa	NP	66,93333	****	****
9	Bellarosa	PK	73,40000	****	****
1	Adéla	O	75,85000	****	****
8	Bellarosa	N	76,23333	****	****
13	Princess	O	77,55000	****	****
6	Adéla	NPK	78,50000	****	****
21	Vendula	PK	79,33333	****	****
2	Adéla	N	80,03333	****	****
20	Vendula	N	81,23333	****	****
5	Adéla	NP	82,13333	****	****
3	Adéla	PK	82,60000	****	****
4	Adéla	NK	83,16667	****	****
24	Vendula	NPK	83,50000	****	****
18	Princess	NPK	83,86667	****	****
16	Princess	NK	83,93333	****	****
22	Vendula	NK	85,10000	****	****
7	Bellarosa	O	85,45000	****	****
17	Princess	NP	86,16667	****	****
14	Princess	N	87,40000	****	****
19	Vendula	O	88,00000	****	****
23	Vendula	NP	90,06667		****
15	Princess	PK	90,43333		****

Graf 16 Podíl hlíz nad 70 mm



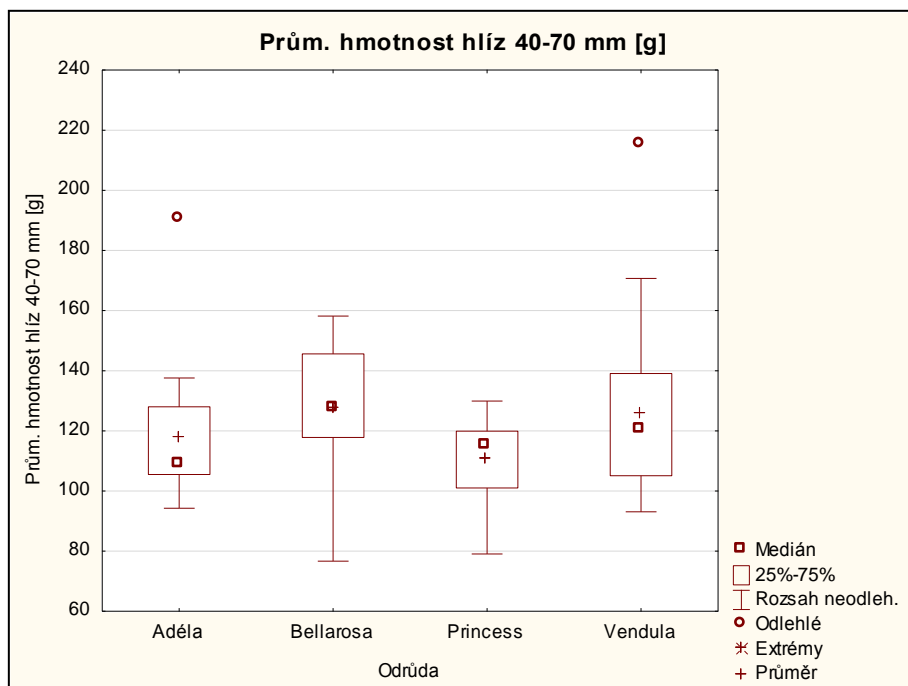
Podíl hlíz nad 70 mm [%], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 57,065, sv = 48,000							
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Podíl hlíz nad 70 mm [%] Průměr	1	2	3	4
19	Vendula	O	1,20000	****			
15	Princess	PK	1,80000	****			
1	Adéla	O	2,35000	****			
13	Princess	O	2,65000	****			
23	Vendula	NP	4,86667	****			
17	Princess	NP	5,13333	****			
14	Princess	N	5,96667	****			
3	Adéla	PK	8,26667	****			
22	Vendula	NK	9,06667	****	****		
18	Princess	NPK	9,53333	****	****	****	
7	Bellarosa	O	9,60000	****	****	****	
16	Princess	NK	10,00000	****	****	****	
24	Vendula	NPK	10,83333	****	****	****	****
4	Adéla	NK	11,70000	****	****	****	****
21	Vendula	PK	12,03333	****	****	****	****
5	Adéla	NP	12,06667	****	****	****	****
2	Adéla	N	12,63333	****	****	****	****
20	Vendula	N	13,30000	****	****	****	****
6	Adéla	NPK	17,66667	****	****	****	****
8	Bellarosa	N	21,53333	****	****	****	****
9	Bellarosa	PK	24,06667	****	****	****	****
11	Bellarosa	NP	32,10000		****	****	****
12	Bellarosa	NPK	33,03333			****	****
10	Bellarosa	NK	33,80000				****

Graf 17 Průměrná hmotnost hlíz pod 40 mm



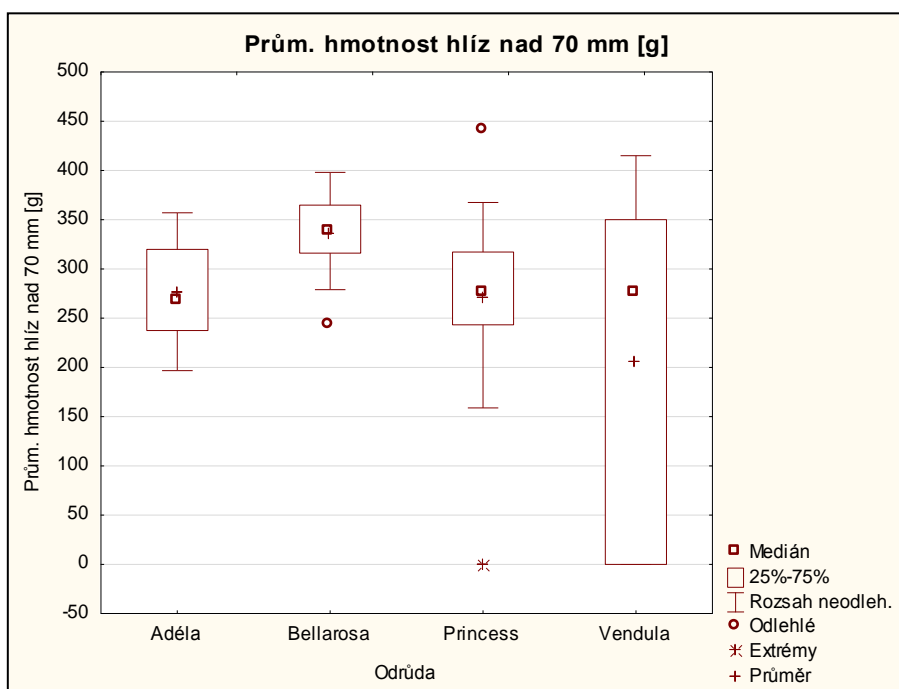
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Prům. hmotnost hlíz pod 40 mm [g], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 14,936, sv = 48,000			
			Prům. hmotnost hlíz pod 40 mm [g] Průměr	1	2	3
11	Bellarosa	NP	23,56667	****		
9	Bellarosa	PK	25,93333	****	****	
10	Bellarosa	NK	26,40000	****	****	
8	Bellarosa	N	27,10000	****	****	
12	Bellarosa	NPK	27,40000	****	****	
14	Princess	N	27,83333	****	****	****
7	Bellarosa	O	28,70000	****	****	****
16	Princess	NK	30,66667	****	****	****
15	Princess	PK	31,13333	****	****	****
18	Princess	NPK	31,16667	****	****	****
5	Adéla	NP	31,60000	****	****	****
6	Adéla	NPK	32,16667	****	****	****
13	Princess	O	32,85000	****	****	****
1	Adéla	O	33,05000	****	****	****
4	Adéla	NK	33,56667	****	****	****
2	Adéla	N	33,60000	****	****	****
3	Adéla	PK	34,53333	****	****	****
22	Vendula	NK	34,93333	****	****	****
20	Vendula	N	34,93333	****	****	****
24	Vendula	NPK	35,53333	****	****	****
17	Princess	NP	35,70000	****	****	****
23	Vendula	NP	36,00000		****	****
19	Vendula	O	37,30000		****	****
21	Vendula	PK	39,56667			****

Graf 18 Průměrná hmotnost hlíz 40-70 mm



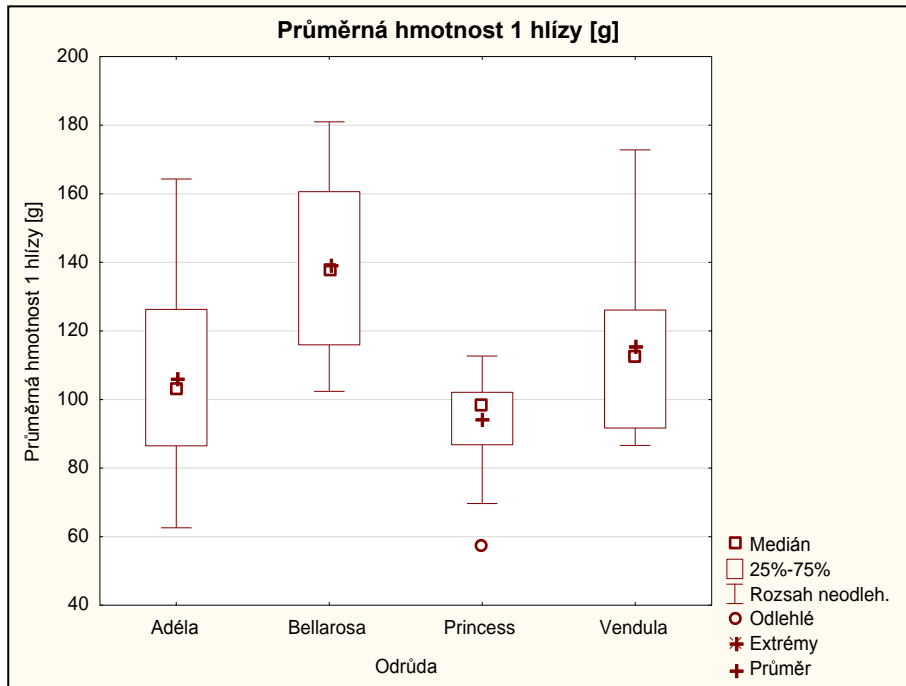
Prům. hmotnost hlíz 40-70 mm [g], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 382,56, sv = 48,000					
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Prům. hmotnost hlíz 40-70 mm [g] Průměr	1	2
13	Princess	O	87,9500	****	****
1	Adéla	O	95,0500	****	****
12	Bellarosa	NPK	101,7233	****	****
21	Vendula	PK	103,5667	****	****
14	Princess	N	108,5000	****	****
2	Adéla	N	110,0767	****	****
3	Adéla	PK	110,4333	****	****
19	Vendula	O	110,6500	****	****
16	Princess	NK	111,3333	****	****
15	Princess	PK	114,4667	****	****
17	Princess	NP	116,2833	****	****
24	Vendula	NPK	116,8333	****	****
7	Bellarosa	O	117,8233	****	****
20	Vendula	N	121,8667	****	****
18	Princess	NPK	123,0333	****	****
6	Adéla	NPK	123,5000	****	****
5	Adéla	NP	124,4000	****	****
9	Bellarosa	PK	127,9333	****	****
11	Bellarosa	NP	127,9667	****	****
8	Bellarosa	N	138,8067	****	****
4	Adéla	NK	142,8667	****	****
22	Vendula	NK	147,8667	****	****
10	Bellarosa	NK	150,6667		****
23	Vendula	NP	152,2000		****

Graf 19 Průměrná hmotnost hlíz nad 70 mm



Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	proměnná Prům. hmotnost hlíz nad 70 mm [g], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 11721,, sv = 48,000	
			Prům. hmotnost hlíz nad 70 mm [g] Průměr	1
22	Vendula	NK	92,7667	****
15	Princess	PK	154,5333	****
20	Vendula	N	187,0800	****
24	Vendula	NPK	199,9333	****
1	Adéla	O	225,4000	****
19	Vendula	O	241,6667	****
13	Princess	O	246,8000	****
23	Vendula	NP	250,0000	****
21	Vendula	PK	250,1100	****
17	Princess	NP	250,1667	****
3	Adéla	PK	258,2667	****
2	Adéla	N	275,4600	****
5	Adéla	NP	283,5333	****
16	Princess	NK	293,6000	****
6	Adéla	NPK	300,4000	****
4	Adéla	NK	302,7333	****
8	Bellarosa	N	306,7333	****
14	Princess	N	308,6000	****
9	Bellarosa	PK	311,9667	****
7	Bellarosa	O	325,9000	****
11	Bellarosa	NP	326,0667	****
12	Bellarosa	NPK	360,2867	****
10	Bellarosa	NK	370,0667	****
18	Princess	NPK	372,8333	****

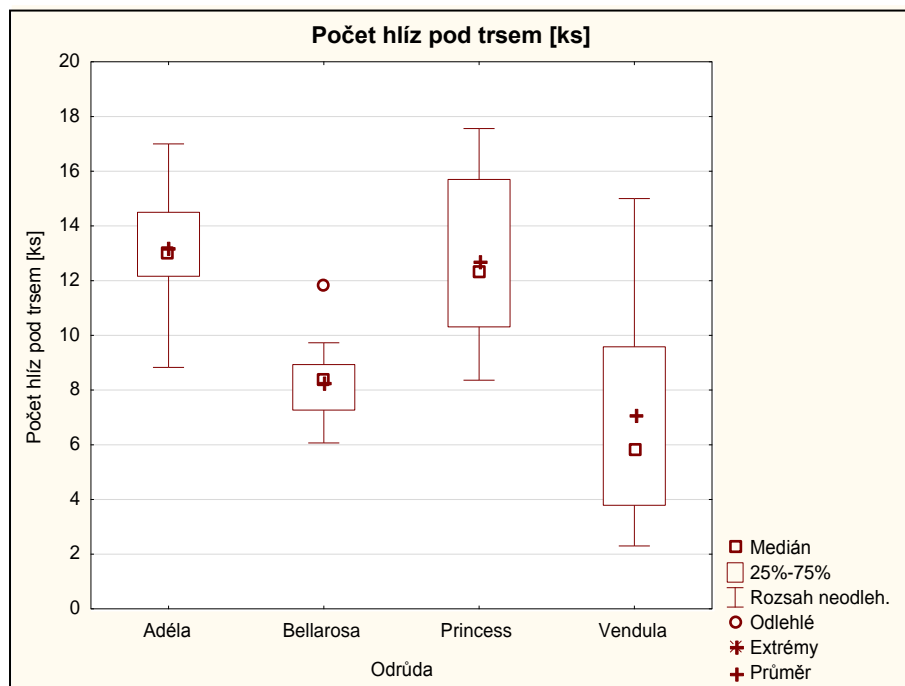
Graf 20 Průměrná hmotnost 1 hlízy



Průměrná hmotnost 1 hlízy [g]. HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 291,75, sv = 48,000							
Č. buňky	Odrůda	Varianta hnojení	Průměrná hmotnost 1 hlízy [g] Průměr	1	2	3	4
1	Adéla	O	68,2500	****			
13	Princess	O	69,6500	****			
19	Vendula	O	91,2500	****	****		
14	Princess	N	94,0667	****	****		
15	Princess	PK	95,3000	****	****		
3	Adéla	PK	97,2333	****	****	****	
17	Princess	NP	99,0333	****	****	****	
16	Princess	NK	101,3100	****	****	****	
2	Adéla	N	102,0000	****	****	****	
21	Vendula	PK	107,7000	****	****	****	
7	Bellarosa	O	107,7633	****	****	****	
18	Princess	NPK	109,0000	****	****	****	
24	Vendula	NPK	111,2667	****	****	****	
5	Adéla	NP	116,0000	****	****	****	
20	Vendula	N	117,3667	****	****	****	
6	Adéla	NPK	123,6000		****	****	****
12	Bellarosa	NPK	124,2867		****	****	****
4	Adéla	NK	129,2333		****	****	****
22	Vendula	NK	129,8000		****	****	****
23	Vendula	NP	134,6667		****	****	****
9	Bellarosa	PK	135,0467		****	****	****
8	Bellarosa	N	144,0667		****	****	****
11	Bellarosa	NP	150,8000			****	****
10	Bellarosa	NK	173,1333				****

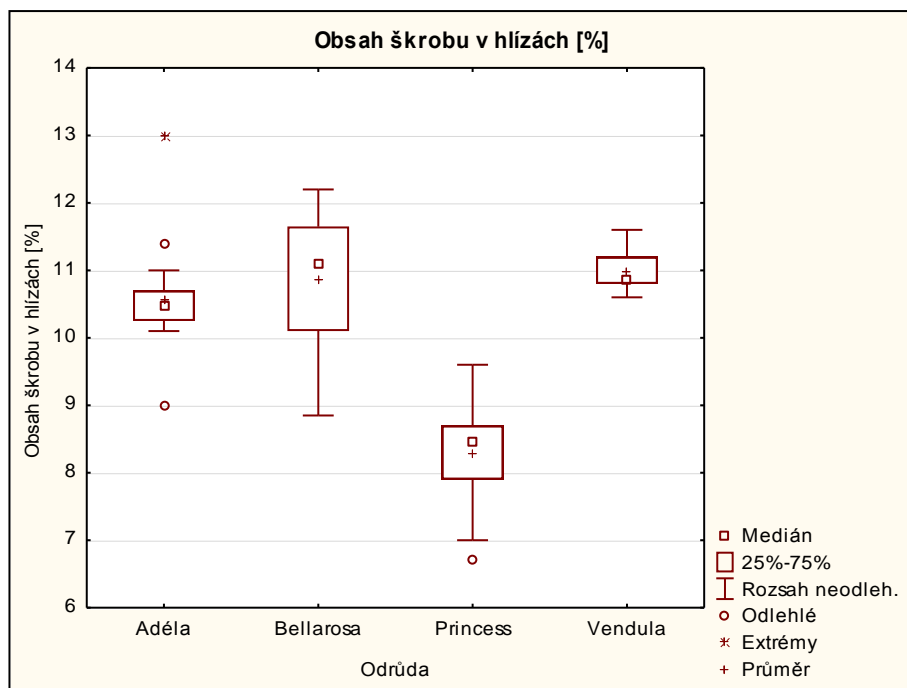


Graf 21 Počet hlíz pod trsem



Č. buňky	Počet hlíz pod trsem [ks], HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = 8,0716, sv = 48,000						
	Odrůda	Varianta hnojení	Počet hlíz pod trsem [ks] Průměr	1	2	3	4
19	Vendula	O	5,04000	****			
22	Vendula	NK	5,80000	****	****		
23	Vendula	NP	6,75333	****	****		
10	Bellarosa	NK	7,21133	****	****		
11	Bellarosa	NP	7,58000	****	****	****	
20	Vendula	N	7,63333	****	****	****	
8	Bellarosa	N	8,44000	****	****	****	****
21	Vendula	PK	8,46667	****	****	****	****
9	Bellarosa	PK	8,63000	****	****	****	****
24	Vendula	NPK	8,65667	****	****	****	****
7	Bellarosa	O	8,68000	****	****	****	****
12	Bellarosa	NPK	8,94233	****	****	****	****
16	Princess	NK	10,34000	****	****	****	****
4	Adéla	NK	10,73000	****	****	****	****
18	Princess	NPK	11,43667	****	****	****	****
5	Adéla	NP	12,35333	****	****	****	****
15	Princess	PK	12,35333	****	****	****	****
17	Princess	NP	12,44667	****	****	****	****
2	Adéla	N	12,60000	****	****	****	****
14	Princess	N	13,02000	****	****	****	****
6	Adéla	NPK	13,24000	****	****	****	****
3	Adéla	PK	14,05333		****	****	****
1	Adéla	O	16,30000			****	****
13	Princess	O	16,63000				****

Graf 22 Obsah škrobu v hlízách



Č. buňky	Obsah škrobu v hlízách, HSD při nestejných N Homogenní skupiny, alfa = ,05000 (Neúplné vyhledávání) Chyba: meziskup. PČ = ,40222, sv = 48,000									
	Odrůda	Varianta hnojení	Škrobnatost Průměr	1	2	3	4	5	6	7
16	Princess	NK	7,45000	****						
15	Princess	PK	8,00000	****	****					
18	Princess	NPK	8,00000	****	****					
14	Princess	N	8,40000	****	****	****				
17	Princess	NP	8,80000	****	****	****	****			
13	Princess	O	9,10000	****	****	****	****	****		
9	Bellarosa	PK	9,85000		****	****	****	****	****	
5	Adéla	NP	10,25000			****	****	****	****	****
4	Adéla	NK	10,45000				****	****	****	****
1	Adéla	O	10,45000				****	****	****	****
10	Bellarosa	NK	10,50000				****	****	****	****
2	Adéla	N	10,55000				****	****	****	****
11	Bellarosa	NP	10,60000				****	****	****	****
21	Vendula	PK	10,70000				****	****	****	****
6	Adéla	NPK	10,75000				****	****	****	****
12	Bellarosa	NPK	10,75000				****	****	****	****
22	Vendula	NK	10,80000					****	****	****
23	Vendula	NP	10,90000					****	****	****
20	Vendula	N	10,90000					****	****	****
3	Adéla	PK	11,00000					****	****	****
24	Vendula	NPK	11,16667						****	****
19	Vendula	O	11,50000						****	****
8	Bellarosa	N	11,55000						****	****
7	Bellarosa	O	11,95000							****

## Fotografie pokusu

Obr. 6 Fotografie celého pokusu.



Obr. 7 Fotografie celého pokusu

