

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výnos škrobu a bílkovin u brambor pro výrobu škrobu

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Autor bakalářské práce:

Michal Mička

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal MIČKA**
Osobní číslo: **Z15559**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství - Prvovýroba**
Název tématu: **Výnos škrobu a bílkovin u brambor pro výrobu škrobu**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Výroba škrobu z brambor má v ČR dlouholetou tradici. Vedle hlavního produktu škrobu vzniká při výrobě i vedlejší produkt - hlízová voda, která obsahuje významný podíl rozpustných bílkovin. Bílkoviny je možné z hlízové vody izolovat. Vedle bramborového škrobu bude největší český výrobce škrobu Lyckeby Amylex vyrábět od roku 2017 i bílkovinný koncentrát. Mezi hlavní možnosti, jak ovlivnit obsah a výnos škrobu i bílkovin je výběr vhodné odrůdy a hnojení dusíkem.

Cílem bakalářské práce (BP) bude hodnocení obsahu a výnosu škrobu a bílkovin u vybraných odrůd brambor v závislosti na hnojení N. Pro tento účel bude založen polní maloparcelkový pokus na Pacovsku. Do pokusu budou zařazeny tři odrůdy vhodné pro výrobu škrobu a budou provedeny dvě rozdílné úrovně/aplikace dusíkatého hnojení. Každá varianta bude v pokusu opakována 3-4x. V průběhu vegetace bude zabezpečena ochrana vůči plísni bramboru a mandelince bramborové, bude sledován nástup hlavních růstových fází a bude hodnocen stav porostu. Po sklizni bude vyhodnocen výnos hlíz, obsah sušiny, škrobu a bílkovin. Ze zjištěných hodnot bude vypočten výnos škrobu a bílkovin na 1 hektar.

Získaná data budou zpracována do tabulek či grafů a budou statisticky vyhodnocena.

Literární přehled BP bude shrnovat dostupné poznatky z vědecké, odborné i firemní literatury (resp. zdrojů) českých a zahraničních autorů. Zjištěné literární poznatky budou konfrontovány s výsledky dosaženými v rámci řešení této BP.


Formálně bude BP zpracována podle platného sdělení děkana ZF JU pro vypracování bakalářských a diplomových prací (Opatření děkana ZF JU č. 4/2014, viz web ZFJU).

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Bárta J., Diviš J., Švajner J., Bártová V. (2012): Pěstování brambor pro produkci škrobu a bílkovin. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 1. vyd., 33 s. (ISBN 978-80-7394-369-1)
Čermák V. (2013): Seznam doporučených odrůd brambor. ÚKZÚZ v Brně, Brno, 97 s. (ISBN 978-80-7401-072-9)
Vokál B. a kol. (2013): Brambory. ProfiPress, Praha, 1. vyd., 167 s. (ISBN 978-80-86726-54-0)
Vreugdenhil D., Bradshaw, J. eds. (2007): Potato biology and biotechnology: advances and perspectives. 1st ed. San Diego, CA: Elsevier, 823 s. (ISBN 978-044-4510-181)
Žižka J. (2014): Situační a výhledová zpráva - Brambory. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 49 s. (ISBN 978-80-7434-188-5)
Odborné časopisy: Úroda, Agromanuál, on-line databáze: Web of Science, Scopus aj.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: 30. března 2017
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2018


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentů 1868, 370 05 Česká Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. dubna 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne

.....

Michal Mička

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D., za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Seleкта Pacov, a.s., za možnost provedení pokusu, poskytnuté informace a vstřícnost při tvorbě bakalářské práce.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo hodnocení obsahu škrobu a bílkovin u vybraných odrůd brambor v závislosti na hnojení dusíkem. V literárním přehledu je obecné seznámení s danou problematikou.

V roce 2018 byl založen jednoletý polní pokus, kde byly sledovány tři odrůdy pro výnos škrobu. Odrůda Anatori, Hermes a Ornella. Dusíkatá hnojiva byla aplikována ve dvou variantách. První varianta byla hnojena na jaře před sázením v dávce 73 kg N/ha, druhá v dávce 111 kg N/ha. U pokusu byl vyhodnocen výnos hlíz, průměrná hmotnost hlíz, obsah škrobu, výnos škrobu, obsah sušiny a výnos dusíkatých látek.

Ve sledovaném roce 2018, který byl teplotně nadprůměrný a naopak chudší na srážky, byla nejlépe vyhodnocena aplikace vyššího dusíkatého hnojení v dávce 111 kg N/ha. Vyšší aplikace dusíkatého hnojení oproti nižší dávce zvýšila výnos hlíz brambor (t/ha), škrobnatost (%) a výnos škrobu (t/ha).

Klíčová slova: brambory, dusíkaté hnojení, výnos hlíz, výnos škrobu, obsah škrobu, výnos dusíkatých látek, odrůda

Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the starch and protein content in selected potato varieties in relation to nitrogen fertilization. The literature review is a general introduction to the given problem.

In the year 2018, a one-year field trial was established where three starch yield varieties Anatori, Hermes and Ornella were observed. Nitrogen fertilizer was applied in two variants. The first variant was fertilized in the spring before planting with a dose of 73 kg N/ha, the second with a dose of 111 kg N/ha. In the experiment, tuber yield, average tuber weight, starch content, starch yield, dry matter content, and crude protein yield were evaluated.

In the monitored year of 2018, which had above-average temperatures and on the contrary lower precipitation, the best evaluation was the application of higher nitrogen fertilizers with a dose of 111 kg N/ha. Higher application of nitrogen fertilizers compared to lower dose increased potato tuber yield (t/ha), starch (%) and starch yield (t/ha).

Keywords: potatoes, nitrogen fertilization, tuber yield, starch yield, starch content, yield of crude protein, variety

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled.....	11
2.1	Význam a využití brambor.....	11
2.2	Chemické složení bramborové hlízy.....	13
2.3	Bílkoviny hlíz bramboru.....	15
2.3.1	Patatin.....	16
2.3.2	Inhibitory proteas.....	17
2.3.3	Ostatní bílkoviny hlíz brambor.....	17
2.4	Škrob.....	18
2.4.1	Fyzikální a chemické vlastnosti škrobu.....	18
2.4.2	Výroba bramborového škrobu.....	19
2.5	Výnos a výnosotvorné prvky u brambor.....	20
2.6	Technologie pěstování brambor.....	21
2.6.1	Nároky na stanoviště.....	21
2.6.2	Zařazení brambor do osevního postupu.....	21
2.6.3	Zpracování půdy.....	23
2.6.4	Hnojení brambor P, K, Mg a Ca.....	25
2.6.5	Příprava sadby.....	27
2.6.6	Sázení.....	27
2.6.7	Ošetřování brambor během vegetace.....	28
2.7	Výživa a hnojení brambor dusíkem.....	29
2.7.1	Minerální dusíkatá hnojiva.....	30
2.7.2	Způsob aplikace minerálních dusíkatých hnojiv.....	30
2.7.3	Nedostatek dusíku.....	32
2.7.4	Nadbytek dusíku.....	32
3	Cíl práce.....	33
4	Metodika práce.....	34
4.1	Popis podniku.....	34
4.2	Charakteristika klimatických podmínek.....	35
4.3	Příprava pozemku a sázení.....	37
4.4	Aplikace dusíkatých hnojiv.....	37
4.5	Charakteristika odrůd.....	38
4.6	Chemická ochrana porostu.....	41
4.7	Sklizeň a posklizňové úkony.....	41
5	Výsledky.....	44

5.1	Výnos hlíz	44
5.2	Průměrná hmotnost hlíz	45
5.3	Obsah škrobu	46
5.4	Výnos škrobu	47
5.5	Obsah sušiny	48
5.6	Obsah dusíkatých látek	49
5.7	Obsah bílkovin	50
5.8	Výnos bílkovin	51
5.9	Výnos dusíkatých látek	52
6	Diskuse	53
7	Závěr	55
8	Zdroje	56

1 Úvod

Brambory patří vedle obilnin, ozimé řepky a dalších tržních plodin u zemědělských podniků k hlavním a tradičním tržním plodinám. Brambory jsou nejen zlepšující plodina nebo základní potravina, ale také základní surovina pro škrobářenský průmysl. V České republice se škrob vyrábí v malé míře z pšenice, avšak nejvíce škrobu se vyrobí z brambor. Z celkové plochy brambor zemědělského sektoru je určeno asi 15 % pro výrobu škrobu.

Brambory mají vysokou produkční schopnost organické hmoty, která obsahuje důležité látky pro výživu lidí, hospodářských zvířat i pro zpracovatelský průmysl. Jejich pěstování má pozitivní vliv na úrodnost půdy a příznivě tak působí na výnosy ostatních plodin v osevním postupu.

Brambory jsou obecně považovány za plodinu náročnou na živiny. Zajištění optimálního množství živin je jedním ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu. Největší pozornost ve výživě brambor je věnována dusíku, fosforu, draslíku a hořčíku. Zejména dusík svým působením zvyšuje podstatně výnos, ale při přehnojení působí negativně. Dusíkem se rovněž nedá hnojit do zásoby. Minerální dusík se aplikuje zásadně na jaře, protože při podzimní aplikaci by se značná část dusíku splavila bez využití do nižších vrstev půdy. Brambory nejsou plodinou hnojenou pouze minerálními hnojivy. Jsou plodinou tzv. první tratě, ke které by měla být aplikována statková hnojiva (hnůj, kejda). Při správném složení těchto organických hnojiv se jednak do půdy doplní část živin potřebných pro výnos, a pak se také dlouhodobým hnojením organickými hnojivy zlepšuje úrodnost půd, stoupá kvalita tzv. staré půdní síly, která následně zvyšuje účinnost aplikovaných minerálních hnojiv.

2 Literární přehled

2.1 Význam a využití brambor

Brambory jsou pro své mnohostranné použití významnou hospodářskou plodinou. Mají využití jako potravinu, krmivo pro hospodářská zvířata a jako průmyslová surovina pro výrobu škrobu a líhu (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001). Brambory jsou spolu s pšenicí, rýží a kukuřicí řazený do skupiny čtyř nejvýznamnějších plodin (BÁRTA et al., 2012). Oproti dřívějšímu, kdy brambory patřily k základním potravinám, slouží dnes jako potravinu doplňková k dosažení fyziologicky vyvážené stravy (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001). V některých zemích zůstávají brambory i nadále důležitým krmivem pro hospodářská zvířata, zatímco v našich podmínkách jsou pro tyto účely využívány jen odpady ze třídění konzumních a sadbových brambor (MINX & DIVIŠ, 1994).

Ve výživě člověka brambory plní tři důležité funkce, a to objemovou, sytící a ochrannou. Objemovou tím, že zajišťují dostatečný objem stravy pro zátěž trávicího ústrojí, sytící vhodným obsahem energeticky hodnotných složek a ochrannou vhodným obsahem vitaminů a minerálních látek. Energetická hodnota bramborových hlíz je spíše nízká, ale u smažených výrobků z brambor je energetická hodnota podstatně vyšší (Tabulka1), (VOKÁL, 2013).

Tabulka 1: Typické nutriční hodnoty pro různě upravené brambory (ve 100g)

Složka	Vařené ve slupce	Vařené loupané	Pečené ve slupce	Smažené hranolky
Energie (kcal)	66	77	85	280
Bílkoviny (g)	1,4	1,8	2,6	3,3
Sacharidy (g)	15,4	17,0	17,9	34,0
Tuky (g)	0,3	0,1	0,1	15,5
Vláknina (g)	1,5	1,2	3,1	2,1
Draslík (mg)	460	280	547	650
Železo (mg)	1,6	0,4	0,9	1,0
Vitamín B1 (mg)	0,13	0,18	0,11	0,08
Vitamín B6 (mg)	0,33	0,33	0,23	0,36
Vitamín C (mg)	9	6	14	4

Zdroj: (VOKÁL, 2013).

Pro zemědělskou výrobu mají brambory význam tím, že jsou důležitou součástí osevních postupů. Patří k plodinám, které svou biologii a používanou agrotechnikou zlepšují podmínky pěstování ostatních plodin, dále odplevelují půdu a působí příznivě na vyrovnání poměru rostlinných živin v půdě (MINX & DIVIŠ, 1994).

Podle užití rozdělujeme brambory do různých užitkových směrů. Brambory konzumní (rané a ostatní) jsou určené pro přímou spotřebu k lidské výživě. Brambory na potravinářské (zušlechtěné) výrobky jsou určené pro průmyslovou úpravu na výrobky smažené (především lupínky a hranolky), zmražené, sušené a mokrě (loupané a sterilované brambory). Brambory průmyslové se používají pro zpracování na škrob a líh. Dalšími užitkovými směry jsou brambory sadbové a krmné (HAMOUZ, 1994). Brambory dále dělíme podle jakosti na varné typy A, B, C a D. Dále se brambory dělí podle délky vegetační doby na velmi rané, rané, polorané, polopozdní a pozdní (HOUBA & HOSNEDL, 2002).

Současná spotřeba brambor ke konzumním účelům činí u nás v posledních letech 75 – 80 kg na osobu na rok. Příčiny poklesu jsou třeba hledat ve zvyšování životní úrovně, vysoké náročnosti na kuchyňskou úpravu, ale přispěl k tomu rovněž

nedostatek skladovacích prostorů v městských bytech a často kolísavá jakost brambor (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

2.2 Chemické složení bramborové hlízy

Základní charakteristikou chemického složení hlíz je obsah sušiny. Této hodnotě je přikládán zvláštní význam, a to z toho důvodu, že výše jejího obsahu ovlivňuje kvalitu produktu a rentabilitu zpracování (RYBÁČEK, 1988). Obsah sušiny v hlízách se pohybuje v rozmezí 16-32 % čerstvé hmoty a je závislý na mnoha faktorech, zejména na odrůdě, stupni vývoje hlízy, průběhu povětrnostních podmínek při pěstování a pěstitelské technologii (PRUGAR, 2008). Mezi základní látky bramborové hlízy patří: voda, škrob, cukry, N-látky, vláknina, tuk a minerální látky. Kromě toho brambory obsahují ještě další důležité složky jako vitamíny, alkaloidy, organické kyseliny, polyfenoly aj., které často u chemického složení nebývají uvedeny (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

Tabulka 2: Základní chemické složení hlíz bramboru

Složka (látka)	Vyjádření v čerstvé hmotě (%)	Vyjádření v sušině (%)
Voda	68 – 83	-
Sušina	17 – 32	100
Škrob	11 – 26	60 – 80
Celkový cukr	0,5	2,1
Vláknina	1 – 2	4 – 10
Dusíkaté látky	1 – 3	6 – 15
Bílkoviny	0,5 – 2	3 – 8
Volné aminokyseliny	0,1 – 1	0,5 – 4
Lipidy	0,1	0,4
Popeloviny	1,1	4,6

Zdroj:(VOKÁL, 2013).

Voda- Voda zaujímá v bramborové hlíze zhruba 76 % hmotnosti (DUDÁŠ & PELIKÁN, 1989). V rostlině plní významné metabolické funkce jako teplotní regulátor, biosyntéza organických sloučenin a doprava asimilátů a metabolitů (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

Škrob – Škrob patří mezi polysacharidy a v hlízách představuje hlavní zásobní látku mající zejména energetický význam, ale zároveň je i výchozím zdrojem pro tvorbu ostatních organických látek při klíčení hlíz (VOKÁL, 2013). Více toto téma bude rozebráno v kapitole škrob.

Cukry – Z cukrů jsou zastoupeny monosacharidy glukosa a fruktosa a disacharid sacharosa. Obsah cukrů v čerstvé hmotě hlíz se pohybuje kolem 0,5 %. Obsah cukrů se může lišit v závislosti na zralosti, odrůdě, způsobu skladování a dalších faktorech. U konzumních brambor se cukry podílejí na chuti kuchyňsky upravených hlíz jejím zjemněním (PRUGAR,2008).

Dusíkaté látky – V hlízách zaujímají asi 2 % původní hmoty hlíz, patří do nich bílkoviny a nebilkovinné dusíkaté látky (VOKÁL, 2013). Obsah bílkovin v bramborách je v rozmezí 1,7 - 2,1 g na 100 g čerstvých brambor (VREUGDENHIL & BRANDSHAW, 2007). Více toto téma bude rozebráno v kapitole bílkoviny hlíz bramboru.

Tuky – Jsou v hlízách obsaženy v nízké koncentraci, přibližně v 0,1 % čerstvé hmoty. Nejvíce jich je obsaženo ve slupce a převládají v nich nenasycené mastné kyseliny (linolová, linoleová, palmitová a stearová). Jejich význam vzrůstá hlavně u sušených výrobků, kdy dochází k zakoncentrování lipidů ve hmotě a při nevhodném skladování se mohou podílet na znehodnocení produktu změnou vůně a chuti (PRUGAR,2008).

Minerální látky – Mají velký význam, kdy jsou v hlízách zastoupeny v průměru kolem 1,1 % čerstvé hmoty. Největší význam má draslík, který představuje 30 – 50 % z těchto látek. Důležité je i zastoupení fosforu, síry a sodíku. V hlíze brambory jsou minerální látky rozloženy nerovnoměrně, některé jsou esenciálními katalyzátory metabolismu v rostlině, některé jsou přítomné jen proto, že byly přítomny v půdním roztoku s esenciálními prvky. Minerální látky v hlíze představují komplex mnoha prvků (VOKÁL, 2013).

Vitamíny – Hlízy jsou zdrojem vitaminů řady B, niacinu a hlavně vitamínu C, který je významný antioxidantem. Obsah vitamínu C vytváří z brambor tzv. ochrannou potravinu proti kurdějím. Během vegetace se jeho obsah zvyšuje, po uskladnění čerstvě sklizených brambor nastává rychlý úbytek vitamínu C (PRUGAR,2008). Zastoupení antioxidantů v lidské výživě má pozitivní dopady na

zdraví. Antioxidanty v lidské výživě snižují aterosklerotické procesy, inhibují hromadění cholesterolu v krevním séru a zvyšují rezistenci cévních stěn. Některé antioxidanty snižují riziko koronárních srdečních chorob (VOKÁL, 2013).

Tabulka 3: Detailní obsah vybraných látek v bramborové hlíze

Látka	Obsah v mg/100g čerstvé hmoty
Vitamín C	8 – 54
Vitamín B ₁	0,02 – 0,2
Vitamín B ₂	0,01 – 0,07
Vitamín B ₆	0,13 – 0,44
Vitamín E	0,1
Fosfor	30 – 60
Draslík	280 – 564
Vápník	5 – 18
Hořčík	14 – 18
Železo	0,4 – 1,6

Zdroj: (VOKÁL, 2013)

2.3 Bílkoviny hlíz bramboru

Obsah dusíkatých látek v hlízách brambor se pohybuje kolem 2 % v čerstvé hmotě hlíz. Obsah dusíkatých látek v hlízách brambor je ovlivněn odrůdou, počasím a agrotechnikou (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Podíl bílkovin v obsahu dusíkatých látek značně kolísá v rozpětí od 34 do 70 % (BÁRTA & ČURN, 2004).

Ve výživě člověka mají bílkoviny významnou roli. Průměrný obyvatel České republiky přijme za rok více bílkovin z brambor než ze semen luskovin, které jsou považovány za hlavní zdroj rostlinných bílkovin v lidském těle (BÁRTA, 2015). Bílkoviny hlíz bramboru jsou po nutriční stránce jedny z nejkvalitnějších bílkovin rostlinného původu, zejména díky příznivé skladbě aminokyselin (PRUGAR, 2008). Z tohoto důvodu se stále šlechtí nové odrůdy, které mají vyšší obsah bílkovin v hlízách (BÁRTA, 2015).

Rozhodující faktor mající vliv na obsah bílkovin v hlízách je genotyp (odrůda), když může mít přímý podíl na obsahu bílkovin v hlízách až 30 – 50 % (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007). Dále obsah bílkovin ovlivňuje hnojení dusíkem. Zvyšující se dávka hnojení dusíkem zvyšuje obsah dusíkatých látek a obsah bílkovin v hlízách. Vyšší dávka hnoje dusíkem zajišťuje vyšší výnos bílkovin z jednotky plochy. Další neméně důležitý faktor je skladování brambor, kdy v průběhu dlouhodobého skladování a skladování nad 5°C jsou výrazné změny v obsahu a zastoupení dusíkatých složek v hlízách brambor (BÁRTA, 2015). Pro zabezpečení optimálního způsobu skladování je nezbytné znát dokonale vlastnosti bramborových hlíz a jejich požadavky na skladovací podmínky (KONOPÁSEK, 1992).

S rozvojem elektroforetických a chromatografických technik koncem 60. let začala být preferována, a v současné době převažuje, klasifikace bílkovin podle molekulové hmotnosti (BÁRTA & ČURN, 2004). Na jejím základě se bílkoviny bramboru dělí na 3 významné skupiny – Patatin, Inhibitory proteas a ostatní bílkoviny (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007).

2.3.1 Patatin

Patatin je považován za hlavní bílkovinu hlíz se zásobní funkcí (VOKÁL, 2013). Tvoří 20 – 40 % rozpustných bílkovin bramborových hlíz, které mají v monomerním stavu molekulovou hmotnost v rozmezí 40 – 43 kDa. (BÁRTA & ČURN, 2004), (BÁRTA, 2015). V hlíze je lokalizován v centrálních vakuolách parenchymatických buněk. V průběhu skladování se jeho obsah snižuje (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007).

Patatin se za normálních podmínek, kdy rostlina vytváří hlízy, vyskytuje ve významném množství jen v hlízách. V listech, stoncích a kořenech se vyskytuje pouze ve stopových množstvích (BÁRTA, 2015). Z hlediska genové exprese existují dvě třídy genů, které kódují platinové bílkoviny a to třída I a třída II. Třída genů I převládá v hlíze, zatímco třída II je v hlízách přítomna v 50 – 100 krát menším poměru. Naopak v kořenech převládá II třída genů (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007).

U patatinu byla je zjištěna významná antioxidační aktivita, kdy je brambor mezi antioxidačními látkami řazen na druhé místo za kyselinu askorbovou. Je také

prokázána alergenní schopnost patatinu prostřednictvím pozitivních testů u alergických dětí. Alergenicitu patatinu je snižována tepelnou úpravou brambor (BÁRTA & ČURN, 2004).

Hlízové bílkoviny brambor, především bílkoviny platinového komplexu disponují řadou vlastností, které jsou velmi cenné při využití v krmivářském, potravinářském, farmaceutickém či kosmetickém průmyslu (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007).

2.3.2 Inhibitory proteas

Inhibitory proteas hrají u brambor významnou roli v obranných mechanismech proti atakujícímu hmyzu a mikroorganismům inhibicí jejich specifických proteas (BÁRTA & ČURN, 2004). Všeobecně jsou tyto bílkoviny považovány za významnou součást obranného systému rostlin vůči napadení patogeny či hmyzem (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007). Relativní zastoupení inhibitorů proteas v extrahovatelných bílkovinách hlíz brambor je přibližně 20 – 50 % (BÁRTA, 2015), v hlízové šťávě mohou zaujímat až 50 % všech přítomných bílkovin (BÁRTA & BÁRTOVÁ, 2007).

Podle novějšího systému dělení je možné inhibitory proteas hlíz brambor dělit do sedmi tříd. Bramborový inhibitor I (PI - 1), bramborový inhibitor II (PI - 2), bramborové inhibitory cysteinových proteas (PCPI), bramborové inhibitory aspartátových proteas (PAPI), bramborové inhibitory proteas Kunitzova typu (PKPI), ostatní inhibitory serinových proteas (OSPI) a poslední třídou je bramborový inhibitor karboxypeptidasy (PCI), (BÁRTA, 2015).

2.3.3 Ostatní bílkoviny hlíz brambor

K ostatním bílkovinám hlíz brambor bývají řazeny bílkoviny, které nelze podle jejich vlastností přiřadit k patatinu a inhibitorům proteas. Jejich podíl je v rozmezí 20 – 30 % obsahu celkových bílkovin. Řadí se sem bílkoviny primárního metabolismu a bílkoviny související se syntézou zásobních látek, zastoupeny jsou ale

i bílkoviny sekundárního metabolismu a bílkoviny související s reakcemi hlízy na stres a napadení (BÁRTA, 2015).

2.4 Škrob

Škrob plní v rostlinném organismu funkci hlavní zásobní látky, neboť je pohotovou zásobou glukosy. Rozložení škrobu v profilu hlízy není zcela homogenní, nejvyšší koncentrace jsou dosahovány v oblasti centrálního kruhu cévních svazků (PRUGAR,2008).

2.4.1 Fyzikální a chemické vlastnosti škrobu

Škrob vzniká v zelených rostlinách jako konečný produkt pochodů fotosyntézy a ukládá se ve formě škrobových zrn v generativních orgánech rostlin (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001). Škrobová zrna bramborového škrobu mají oválný (lasturovitý) tvar s excentrickým vrstvením (VOKÁL, 2013). Po chemické stránce je škrob makromolekulární sacharid, jehož základní stavební složkou je glukóza. V porovnání s ostatními cukry je škrob relativně heterogenní (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001). Škrob brambor je složen ze dvou komponent – amylosy a amylopektinu (PRUGAR,2008).

Amylosa – má α -D-glukopyranózové jednotky spojené vazbou 1-4 (kyslíkové můstky). Tvoří lineární řetězce stočené do spirály. Amylóza se rozpouští v horké vodě a prochází filtrem, její roztoky jsou nestálé a rychle podléhají retrogradaci. Jódem se barví modře (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

Amylopektin – tvoří řetězce rozvětvené, kdy počet větví dosahuje čísla 60, přičemž každá větev se skládá přibližně z 30 glukosových jednotek. Amylopektin obsahuje malé množství kyseliny fosforečné. V horké vodě je nerozpustný, pouze bobtná, rosolovává. Jódem se barví fialově až hnědofialově (DUDÁŠ & PELIKÁN, 1989). U bramborového škrobu je uváděn poměr mezi amylosou a amylopektinem 1:4 (PRUGAR,2008).

2.4.2 Výroba bramborového škrobu

Výroba bramborového škrobu spočívá v izolaci škrobových zrn od ostatních látek obsažených v bramborové hlíze (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001). Základní surovinou pro výrobu bramborového škrobu jsou bramborové hlízy. Zpracovány mají být brambory zdravé, tj. mechanicky nepoškozené. Za optimální je považován obsah škrobu 18 – 20 %.

Čištění - Brambory se ze skládek splavují recirkulovanou vodou do praček, kde se zbavují nečistot zejména hlíny a zbytků natě. Čisté oprané brambory se většinou ještě váží a pak padají do zásobníku (zásobního struháku), (VOKÁL, 2013).

Strouhání - Škrobová zrna jsou obsažena v buňkách bramborové hlízy, odkud se uvolňují rozrušováním buněčných stěn. To se provádí strouháním na tzv. struháku, kdy vzniká jemná kaše tzv. třenka, která se v třenkové jámě mírně zasiří a na třenkovém odlučovači se zbaví zhruba 70 % fyziologické vody (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

Vypírání škrobu - Po oddělení hlízové vody zůstává ve třence kromě škrobu ještě neškrobový nerozpustný podíl vlákniny. Proto se v další části technologického postupu škrobu ještě vypírá v extraktorech různého typu, obvykle spojených v extrakčních stanicích. Zde se získává na sítích surové škrobové mléko. Po skončení prvního vypírání se většinou zařazuje opakování celé této části technologického procesu od tzv. přestruhování, kde se třenka zjemňuje po druhém vypírání. Úplně vypraná třenka již s velmi nízkým obsahem škrobu se nazývá zdrtky a používá se především ke krmení. Rovněž hlízová voda slouží většinou ke krmení (ČERVENKA & SAMEK, c2004).

Rafinace surového škrobového mléka - Rafinace odstraňuje ze škrobu zbývající podíl jemné vlákniny a rozpustných neškrobových látek. Provádí se na odstředivkách, hydrocyklonech a sítích. Na sítích se zachycují jemná vlákna. K zahušťování se používá odstředivek. Před sušením se škrob ještě pere čistou pitnou vodou např. v betonových kádích tzv. lavéry za neustálého míchání. Pak se škrob nechává usadit (ČERVENKA & SAMEK, c2004).

Předsušování a sušení – Sušení škrobu se provádí teplem v sušárnách. Zpočátku se musí škrob sušit velmi opatrně, aby nezmazovatěl a nevzniklo větší

množství podřadného výrobku, tzv. škrobové krupice. Suší se teplým vzduchem, který na škrob působí pouze několik vteřin. Vzduch lze vyhřát až na teplotu 170°C. Suší se na 80 % sušiny (PELIKÁN & SÁKOVÁ, 2001).

2.5 Výnos a výnosotvorné prvky u brambor

Výnos hlíz je závislý na několika faktorech. Mezi hlavní faktor patří schopnost rostlin přijímat sluneční záření. Celkový výnos hlíz je tedy určen především průměrnou listovou plochou. Schopnost natě pohlcovat záření může být stanovena pomocí měření LAI nebo procenty pokrytí půdy. Dlouhodobé působení světla podporuje nárůst nati a dochází tak k omezení růstu hlíz. Tvorba hlíz se snižuje s prodlužující se délkou dne, přičemž osmnáctihodinové a delší osvětlení tvorbu hlíz zcela inhibuje. Mezi základní výnosotvorné prvky patří počet rostlin na jednotce plochy, počet stonků na jednotce plochy, průměrný počet hlíz na trs a průměrná hmotnost hlíz (JŮZL & ELZNER, 2014).

Počet rostlin na jednotce plochy – Počet rostlin je určován sponem sázení, který závisí na kvalitě a velikosti sadby, pěstování, agrotechnice, hnojení a ochraně (DIVIŠ, 2010). Obvykle vysazovaný počet hlíz na hektar se pohybuje v rozmezí 40 - 60 tis. Pěstitel by se měl zaměřit na omezení faktorů způsobujících redukci rostlin v porostu v průběhu vegetace (choroby, škůdci atd.), (JŮZL & ELZNER, 2014).

Počet stonků na jednotce plochy – Je závislý na počtu oček na hlíze a na počtu klíčků. Počet stonků je určován počtem vyrašených klíčků a stavem půdy. Počet klíčků je ovlivněn fyziologickým stavem půdy (MINX & DIVIŠ, 1994).

Počet hlíz na trs - Závisí na genetickém základě odrůdy, počtu stonků, průběhu počasí v době nasazování hlíz a na výskytu chorob a škůdců. Můžeme jej ovlivnit hustotou porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a ochranou proti chorobám a škůdcům. Optimální počet je 10 – 15 hlíz na jednu rostlinu (JŮZL & ELZNER, 2014).

Hmotnost hlíz – Hmotnost hlíz určuje hospodářský výnos brambor (DIVIŠ, 2010). V hustých porostech dochází k nižší hmotnosti hlíz. Správná agrotechnika a

hnojení pozitivně ovlivňují hmotnost hlíz. O růstu hlíz velmi podstatně rozhoduje zaplevelení a úprava režimu vzduchu a vody v půdě (MINX & DIVIŠ, 1994).

2.6 Technologie pěstování brambor

2.6.1 Nároky na stanoviště

Pro výběr pozemku má význam především sklonitost, skeletovitost, půdní druh a obsah živin, organické hmoty a pH (VOKÁL, 2013).

Sklonitost pozemku - Sklonitost neboli svahovitost pozemku je limitujícím faktorem z hlediska vodní eroze. Maximální přípustná hodnota sklonu pozemku je nejvýše 8°. Od sklonu pozemku 3° by měla být uplatněna protierozní opatření (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011).

Skeletovitost – Obsah skeletu tj. kamenů v ornici velice úzce souvisí s mechanickým poškozením hlíz, zejména při sklizni, transportu, naskladňování a posklizňové úpravě. Pěstitelé brambor dnes řeší tento problém uplatněním technologie pěstování v zkameněných hrůbcích (VOKÁL, 2000).

Půdní druh – Brambory se pěstují převážně na středně hlubokých hnědých půdách. Nevhodné jsou těžké, vesměs málo propustné jílovitohlinité a jílovité půdy (VOKÁL, 2013).

Obsah živin, organické hmoty a hodnota pH – Pro tvorbu výnosu a jeho kvalitu je rozhodující přirozený obsah živin v půdě. Fosfor 80 – 115 mg/kg půdy, draslík 170 – 310 mg/kg půdy a hořčík 160 – 265 mg/kg půdy (VOKÁL, 2013).

2.6.2 Zařazení brambor do osevního postupu

Obecně platí, že brambory můžeme charakterizovat jako na předplodinu nenáročnou a zlepšující plodinu, která zvyšuje výrobnost celého osevního sledu (VOKÁL, 2013). V osevním postupu z pohledu chorob, škůdců a plevelů je nutné dodržovat odstup řazení brambor po sobě alespoň 4 roky (DIVIŠ, BÁRTA, &

BÁRTOVÁ, 2011). Brambory nemají zvláštní požadavky na předplodinu. Převážně jsou pěstovány po obilninách, jejichž předplodinovou hodnotu je vhodné zlepšit pěstováním meziplodin (BÁRTA, 2012). Dále za velmi dobré předplodiny jsou považovány jetelotrávy, jetel a luskoviny (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Největší nebezpečí je v hlízách zbylých po sklizni v ornici, které nebyly sebrány nebo vyorány. Rostliny z těchto brambor v následných plodinách se stávají shromaždištěm škůdců a původců některých chorob (DIVIŠ, 2010)

Tabulka 4: Vliv osevních sledů a procenta zastoupení brambor na výnos hlíz (t/ha ve třetí rotaci) v pokusech VÚB

Osevní sled	Zastoupení brambor (%)	Velmi raná odrůda		Poloraná odrůda	
		Výnos (t)	Index	Výnos (t)	Index
1.norfolfský osevní postup	25	34,97	100	37,18	100
2. brambory pšenice o. ječmen j. pšenice o.	25	30,98	88,6	34,44	92,6
3. brambory ječmen j. brambory pšenice o.	50	31,06	88,8	32,58	87,6
4. brambory pšenice o. brambory brambory	75	16,96	48,5	16,67	44,8

Zdroj: (VOKÁL, 2013).

2.6.3 Zpracování půdy

Kvalitní zpracování půdy má velký význam pro úspěšné pěstování brambor (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Cílem je připravit optimální podmínky pro růst a vývoj a tím i pro dosažení vysokého výnosu v odpovídající kvalitě (VOKÁL, 2000). Brambory mají výrazné nároky na provzdušnění půdy v oblasti celé kořenové soustavy. Proto se při jejich pěstování využívá většinou konvenčního způsobu zpracování půdy, tj. technologie s orbou. (VOKÁL, 2013). Bramborům vyhovuje prokypřená ornice. Příznivým vodním, vzdušným a teplotním režimem se podporuje růst stolonů a zvětšování objemu hlíz. V příliš utužené půdě se opoždí vzcházení a vytváří se slabý kořenový systém. Za vlastní přípravu půdy pro brambory považujeme všechny zásahy, které se uplatňují po sklizni předplodiny (BÁRTA, 2012).

Podmítka- Po sklizni předplodiny se nejprve provede podmítka, tj. mělké zkypření půdy do hloubky 80 – 100 mm. Základním předpokladem je dodržení hloubky zpracování, to znamená maximálně 100 mm (VOKÁL et al., 2001). Hlavní cíl je zamezit ztrátám vody z utužené půdy. Podmítkou se nejen zamezí úniku kapilární vody, ale umožní se i dešťové vodě lépe zasakovat do půdy a vytvoří se ochranná izolační vrstva, která zamezí negativnímu vlivu například slunečních paprsků na vysychání půdy (VOKÁL, 2000). Další cíle podmítky jsou zapravení posklizňových zbytků, ničí se plevele a vytvoří se podmínky pro další kvalitní zpracování půdy (BÁRTA, 2012). Podmítka je vhodné ošetřit vláčením (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011).

V případě potřeby je po sklizni předplodiny vhodná regulace pýru plazivého. Toto opatření je přínosem pro celý osevní sled, je však třeba mu podřídit podzimní systém zpracování půdy (VOKÁL, 2013). Pýr plazivý je nejrozšířenější plevel, který působí v celém osevním sledu velké škody. V případě zaplevelení pýrem je možné provést podmítka, cílem je tyto oddenky rozrušit, rozřezat na co nejmenší části a tím celý podzemní systém oddenků oslabit (VOKÁL, 2000). Poté je třeba zvolit aplikaci herbicidu na bázi účinné látky glyphosate. Tyto herbicidy působí systémově a zničí celé rostliny včetně podzemních oddenků (VOKÁL, 2013).

Podzimní orba- Je základním opatřením klasického zpracování půdy s mnohostranným účinkem. K podzimní orbě se musí přistoupit bezprostředně po aplikaci hnoje nebo jiných organických hnojiv, aby nemohlo dojít k úniku a ztrátám živin (VOKÁL et al., 2001). Orbou by neměl být zvyšován podíl kamene v orniční vrstvě (BÁRTA, 2012). Provádí se střední orba do hloubky 20 – 24 cm (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Většina pěstitelů v současnosti používá otočné pluhu, které urovnávají pozemek (MAYER, 2014).

Jarní příprava půdy- Vytváří podmínky pro kvalitní práci sazečů, odplevelení pozemků, zdárný růst a vývoj brambor (VOKÁL et al., 2001). Po zimě jsou na povrchu pole vidět stále hřebeny brázd vzniklé podzimní orbou, které během podzimních a zimních srážek umožňovaly zachycování a vsakování vláhy (VOKÁL, 2000). Termín první jarní operace je závislý na průběhu počasí (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Jakmile je půda schopná zpracování, přistoupíme k první jarní operaci. Převláčení povrchu šikmo na směr brázd se pozitivně projeví na podpoře vzcházení jarních plevelů, které zničíme kypřením půdy před výsadbou a zabrání se nežádoucím ztrátám vody (BÁRTA, 2012).

Kypření půdy před výsadbou- Brambory potřebují kyprou strukturu půdy do hloubky 18 – 20 cm. Kypření půdy před výsadbou upraví vlhkostní a teplotní podmínky půdy (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011). Kypření má také silný odplevelující efekt. Nejdokonalejší prokypření půdy zajišťují separátory při použití technologie záhonového zkameňování před sázením brambor. Tento způsob přípravy půdy umožňuje na kamenitých půdách velké snížení obsahu kamenů v záhonu až o 90 %, čímž během sklizně snižuje mechanické poškození hlíz (VOKÁL, 2013). Před vlastním sázením brambor jsou použity strojní linky složené z 2 – 4 radličných záhonových rýhovačů a záhonových separátorů. Záhony jsou potom velmi dobře připraveny k prohrátí půdy a kvalitnímu sázení (MAYER, 2014).

2.6.4 Hnojení brambor P, K, Mg a Ca

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Velmi významným faktorem je přítomnost živin v tzv. staré půdní síle. Zajištění optimálního množství živin je jedním ze základních předpokladů pěstitelského úspěchu (“Současné trendy v hnojení brambor”, 2018). Rostlina bramboru přijímá živiny téměř po celou dobu své vegetace, ale s nejvyšší intenzitou kolem stadia kvetení. Průměrné hodnoty odběru živin na 10t hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou: 40-50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 22 kg Ca a 8,4 kg Mg (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010).

Hnojení P-Dostatek fosforu ovlivňuje příznivě kvalitu hlíz, a proto zvláště při vyšších dávkách dusíku je žádoucí i vyšší hnojení fosforem. Dávky fosforu jsou závislé na jeho obsahu v půdě a běžně se pohybují v rozmezí 30 – 45 kg/ha (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002). Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí a dostatkem organických látek v půdě. Pokud je třeba aplikovat vyšší dávky nebo jde-li o pozemky s nižším pH méně než 5,0, je účelné použít na podzim spolu se statkovými hnojivy hnojiva s pomalejším uvolňováním méně rozpustného fosforu typu Hyperkorn, a ta pak na jaře doplnit nižší dávkou superfosfátu (VOKÁL, 2013). Při vyhovující a dobré zásobě fosforu v půdě lze použít na podzim superfosfáty, které obsahují vodorozpustný fosfor, nebo na jaře vícesložková hnojiva buď v pevné, nebo v kapalně formě (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010).

Tabulka 5: Kritéria hodnocení obsahu fosforu v orné půdě

Obsah	Fosfor (mg/kg půdy)
nízký	do 50
vyhovující	51 – 80
dobrý	81 – 115
vysoký	116 – 185
velmi vysoký	nad 185

Zdroj: (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010).

Hnojení K- Draslík má výrazný vliv na základní funkce rostliny (transport látek, hospodaření s vodou, aktivitu enzymů), ale i na kvalitu škrobu a hlíz. Brambory mají střední nároky na množství draslíku v půdě (KASAL, ČEPL, &

VOKÁL, 2010). Převážnou část draslíku dodáváme v 60 % draselné soli na půdách středních již na podzim před orbou a jen na písčitých půdách na jaře. Doporučované dávky se pohybují v rozmezí 100 – 165 K/ha (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002). Pozor se musí dávat na jarní aplikace draselné soli, protože vyšší dávky chlóru mohou mít negativní vliv na obsah a kvalitu škrobu (VOKÁL, 2013).

Tabulka 6: Kritéria hodnocení obsahu draslíku v půdě

Obsah	Draslík (mg/kg půdy)		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 105	do 170
vyhovující	101 – 160	106 – 170	171 – 260
dobrý	161 – 275	171 – 310	261 – 350
vysoký	276 – 380	311 – 420	351 – 510
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Zdroj: (VOKÁL, 2000).

Hnojení Mg- Hořčík má významné postavení v procesu fotosyntézy, aktivaci enzymů a synthesy bílkovin. Přístupnost Mg výrazně ovlivňuje draslík, který je vůči Mg silně antagonistický (VOKÁL, 2000). Brambory jsou citlivé na nedostatek hořčíku, proto se setkáváme poměrně často s projevy jeho nedostatku ve formě chloróz (nižší intenzita zeleného zbarvení, nestejně rozložení chlorofylu), (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010). Dávku hořčíku zapravujeme zpravidla na jaře ve formě Kieseritu nebo vícesložkových pevných nebo kapalných hnojiv (VOKÁL, 2013).

Tabulka 7: Kritéria hodnocení obsahu hořčíku v orné půdě

Obsah	Hořčík (mg/kg půdy)		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 120
vyhovující	81 – 135	106 – 160	121 – 220
dobrý	136 – 200	161 – 265	221 – 330
vysoký	201 – 285	266 – 330	331 – 460
velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Zdroj: (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010).

Hnojení Ca-Brambory dobře snášejí kyselější půdní reakci, a proto se k nim přímo nevápňují (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002). Z agrochemického hlediska vykazují většinou nižší hodnoty pH (PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR A CUKROVKY, 1991). Většina půd, na kterých se brambory pěstují, má optimální hodnotu pH v oblasti 5,5 – 6,0 (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002). Vápník významně ovlivňuje tvorbu a růst kořenů (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010). Přímé vápnění není pro brambory vhodné z důvodu zvýšení rizika napadení hlíz obecnou strupovitostí bramboru. Vhodnější je vápnění po sklizni brambor (VOKÁL, 2013).

2.6.5 Příprava sadby

Kvalitní sadba patří k rozhodujícím výnosotvorným faktorům. Základní je mechanická příprava, která zahrnuje především velikostní třídění a odstranění všech nestandardních hlíz (VOKÁL et al., 2001). Velikostní vytřídění sadby zajišťuje kvalitní práci sazečů. Certifikovaná sadba se velikostně třídí na sítěch o minimálním rozměru 25 x 25 mm a maximálním rozměru 60 x 60 (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011).

Biologická příprava sadby zajišťuje připravenost hlíz na vegetaci a ochranu proti chorobám a škůdcům (VOKÁL, 2013). Cílem je probuzení hlíz a vytvoření klíčků maximálně o velikosti do 5 mm. Narašování při teplotě 8°C trvá přibližně 3 týdny (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011).

2.6.6 Sazení

Brambory se pěstují v hrůbcích, vzdálenost mezi hrůbkou a mezi hlízami v hrůbcích je vyjádřena tzv. sponem. Spon je významným regulačním faktorem o velikosti a vyrovnanosti hlíz (VOKÁL, 2000). V současné době se nejvíce využívá spon 750 x 300 – 380 mm (VOKÁL, 2013). Hloubka sazení se měří od urovnaného povrchu a optimálně představuje 40 – 80 mm. Výška zahrnutí ornicí nad sadbovými hlízami je 100 – 150 mm (VOKÁL et al., 2001). Termín výsadby je závislý na povětrnostních podmínkách. Minimální teplota, která podporuje klíčení je sadbových

hlíz je 6 – 8°C. V běžných podmínkách bramborářské oblasti se považuje za optimální ukončení sázení do konce dubna (DIVIŠ, BÁRTA, & BÁRTOVÁ, 2011).

2.6.7 Ošetřování brambor během vegetace

Ochrana proti chorobám a škůdcům bramboru je jedním z nejdůležitějších článků technologie pěstování této plodiny. Snižuje ztráty na výnosech a také ovlivňuje kvalitu výsledného produktu, tj. hlíz (VOKÁL, 2013). Úspěšné pěstování brambor vyžaduje od zemědělců rozsáhlé znalosti, a také určitý cit pro optimální provádění jednotlivých pěstitelských zásahů. V současné době je k dispozici celá řada přípravků na ochranu brambor, které jsou schopny zabezpečit účinné pokrytí pěstitelských rizik (“Ochrana brambor od sázení do sklizně”, 2018). Do ošetření během vegetace patří regulace zaplevelení, ošetření proti chorobám a škůdcům (BÁRTA, 2012).

Regulace zaplevelení – Plevelé jsou velmi významnými škodlivými činiteli. V závislosti na druhovém spektru a intenzitě výskytu mají negativní vliv zejména na výnos hlíz. Při nižším a středním zaplevelení snižují výnos nejméně o 20–30 %, ale vysoké zaplevelení redukuje výnos až o 85 %. Plevelé konkurují rostlinám brambor z hlediska všech podmínek růstu a vývoje. Mnoho plevelů dokáže lépe čerpat půdní vláhu, což napomáhá k jejich rychlejšímu růstu a převaze nad bramborami (“Možnosti regulace plevelů v bramborách”, 2011). Při pěstování brambor se využívá technologie omezené mechanické kultivace s využitím herbicidů. První vstup vláčením nebo kultivací se provádí 10 – 14 dnů po výsadbě. Druhý zásah se provede opět v odstavu 7 – 10 dnů, kdy by se měly dobře zformovat hrůbky. Herbicidy se aplikují preemergentně asi 7 dnů před plánovaným vzejitím. Postemergntní aplikací se zvyšuje riziko projevu fytotoxicity (BÁRTA, 2012). Mezi známé plevelé brambor patří rdesno, peníze rolní, kokoška pastuší tobolka, hluchavky, rozrazil, tak i druhy, které jsou hůře hubitelné (merlík bílý, konopice polní, pohanka svlačcovitá, mléč rolní, svízel přítula, pcháč rolní, pelyněk černobýl, heřmánky, čísteč bahenní, plevelná řepka), (“Možnosti regulace plevelů v bramborách”, 2011).

Ochrana proti chorobám - Porosty i hlízy brambor jsou napadány mnoha chorobami, které za určitých podmínek mohou výrazně snížit výnos a kvalitu sklizně. Ochrana proti škodlivým činitelům spočívá v opatřeních, jež je často nutné realizovat s předstihem, a to tak, aby šíření původce choroby bylo včas zabráněno (“Choroby a škůdci brambor”, 2001). Během vegetace je nutno se zaměřit hlavně na ochranu proti plísni bramboru (BÁRTA, 2012). Jedná se o nejzávažnější epidemickou chorobu brambor (ROD, 1997). Ochrana proti plísni bramboru se skládá z agrotechnických opatření, použití fungicidních přípravků a ukončení vegetace zničením natě. Použití fungicidů je nezbytným opatřením proti plísni bramboru, které musí být zahájeno před infekcí (BÁRTA, 2012).

Ochrana proti škůdcům - V porostech brambor se vyskytují mnozí škůdci, kteří poškozují jak nadzemní, tak i podzemní části rostlin. Škůdci škodí přímo požerem či sáním, nebo nepřímo, a to tím, že mohou přenášet choroby, především virové, ale i houbové a bakteriální. Vzniklá poškození jsou za určitých podmínek vstupní branou pro patogeny hlavně ze skupiny hub a bakterií (“Nejdůležitější škůdci brambor, jejich význam a ochrana”, 2002). Mezi nejvýznamnější škůdce brambor patří Hádátko bramborové, které škodí sáním na kořenech. Další a zároveň nejvýznamnější škůdce je mandelinka bramborová, kdy žírem škodí dospělci i všechna larvální stadia na listech, stoncích i z půdy vyčnívajících hlízách. Další významný škůdci jsou mšice broskvoňová a mšice chmelová, které sají na listech. Přímé škody sáním jsou většinou zanedbatelné, ale zásadní význam mají mšice jako přenašeči významných virů (VOKÁL, 2013). Na ochranu proti škůdcům se používají insekticidy, které se mohou kombinovat a aplikovat společně s fungicidy (BÁRTA, 2012).

2.7 Výživa a hnojení brambor dusíkem

Dusík patří k základním stavebním prvkům, z nichž se tvoří bílkoviny (KASAL, 2014). Dusík má přímý vliv na výnosy a kvalitu brambor (JŮZL & ELZNER, 2014). Vyšší dávky dusíku zvyšují výnos, ale od určité hranice se zhoršuje kvalita hlíz a je i vyšší nebezpečí napadení plísni bramborovou v důsledku prodloužení vegetace (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002). Vysoké dávky

dusíku (nad 150 kg/ha) představují též riziko pro životní prostředí z důvodu možné kontaminace podzemních vod. Zvyšující se dávky dusíku snižují obsah sušiny, škrobu a chuť hlíz po uvaření (KASAL, 2014). Rostliny přijímají dusík ve formě iontů, a to kationtu amonného (NH_4^+), nebo aniontu nitrátového (NO_3^-). Rostliny přijatý minerální dusík postupně využívají ke tvorbě organických dusíkatých sloučenin. Dusík je důležitá součást chlorofylu, kde spolupracuje s hořčíkem (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002).

U brambor určených pro výrobu škrobu má velký význam hektarový výnos škrobu, dále z hlediska zpracovatelských podniků pak škrobnatost. Při použití nízkých dávek dusíku bychom měli očekávat větší procento sušiny a škrobu. Ovšem použijeme-li větší dávky dusíku, získáme větší hektarový výnos hlíz i škrobu (VOKÁL, 2013).

2.7.1 Minerální dusíkatá hnojiva

Při použití minerálních dusíkatých hnojiv je cílem zajistit rostlinám bramboru optimální množství živin potřebných pro správný vývin rostlin (VOKÁL, 2013). Hnojení minerálními dusíkatými hnojivy se provádí zásadně na jaře, protože při podzimní aplikaci hrozí riziko vyplavení dusíku bez využití do nižších vrstev půdy (BAIER & BAIEROVÁ, 1985). Zpravidla celá dávka, nebo 80-90 % plánované dávky, se zapraví do půdy při kypření před sázením (HAMOUZ, 1994).

Z pevných minerálních dusíkatých hnojiv se nejčastěji používají síran amonný, močovina, ledky, z kapalných DAM – 390 (KASAL, 2014). Často se dávka dusíku zapravuje ve vícesložkovém hnojivu (AMOFOS, NP A NPK hnojiva) nebo dvousložkovém kapalném hnojivu (FOSTIM, SYNSOL, NP – sol),(VOKÁL, 2000).

2.7.2 Způsob aplikace minerálních dusíkatých hnojiv

Minerální hnojiva jsou nejčastěji aplikována v pevné formě (granule, krystaly, prášek) pomocí rozmetadel na celou plochu ornice. Starší, méně kvalitně pracující rozmetadla mohou při aplikaci dusíku způsobovat tzv. pruhovitost, to

znamená lokální přehnojení, a naopak nedohnojení pozemku, které se projeví střídáním světlezelené a tmavozelené barvy porostu. Stejný efekt může nastat při pomalé jízdě traktoru s rozmetadlem do svahu, a naopak. Nedokonalé rozmetání, zvláště dusíkatých hnojiv, je nežádoucí a negativně se projevuje např. nestejným dozríváním (VOKÁL, 2013).

Kapalná hnojiva (nejčastěji DAM-390) jsou aplikována širokozáběrovými postřikovači, zajišťujícími rovnoměrné rozdělení živiny na plochu. Vedle toho mají další výhody, jako je snadná manipulace, skladování apod. (VOKÁL, 2013).

Tabulka 8: Doporučené dávky dusíku v průmyslových hnojivech

Dávka hnoje	Délka vegetační doby zvolené odrůdy	Dávka N v kg č. ž. /ha		
		Množitelské porosty	Brambory konzumní	Brambory pro výrobu škrobu
Bez hnoje	velmi rané a rané	110	120	120
	polorané	90	110	110
	polopozdní a pozdní	70	100	100
20	velmi rané a rané	90	110	100
	polorané	80	100	90
	polopozdní a pozdní	70	90	80
40	velmi rané a rané	80	110	100
	polorané	70	100	90
	polopozdní a pozdní	60	90	80
60	velmi rané a rané	70	90	80
	polorané	60	80	70
	polopozdní a pozdní	60	70	60

Zdroj: (KASAL, ČEPL, & VOKÁL, 2010)

2.7.3 Nedostatek dusíku

Nedostatek dusíku má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin. Při nedostatku dusíku jsou rostliny slabší a nižší, což má za následek nevyrovnané a světlejší porosty. Omezená tvorba listů a chlorofylu vede ke snížení fotosyntézy, a tím k nižší tvorbě produkce biomasy. Porosty s omezenou výživou dusíku mají kratší vegetační dobu, rychleji dozrávají, ale zkrácením vegetace dochází ke snížení výnosu. Výrazným znakem nedostatku dusíku je světlejší zbarvení rostlin (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002).

2.7.4 Nadbytek dusíku

Nadbytek dusíku je méně častý. Při dobrých růstových podmínkách je dusík využíván k růstu hlavně vegetativních orgánů. Rostliny jsou sytě zelené, dobře vyvinuté, později přecházejí do generativní fáze růstu a prodlužuje se období dozrávání. S ohledem na vyšší povrch rostlin je při větrném a deštivém počasí zvýšené nebezpečí polehání. Hustší porosty zvyšují vlhkost, a tím vytvářejí vhodné mikroklima pro napadení houbovými chorobami (BALÍK, PAVLÍKOVÁ, & TLUSTOŠ, 2002).

3 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv dusíkatého hnojení na výnos a obsah škrobu a bílkovin u odrůd brambor určených pro výrobu škrobu.

4 Metodika práce

4.1 Popis podniku

Selekta Pacov, a.s. vznikla 1.10.1992 oddělením majetku VÚB Havlíčkův Brod v rámci kupónové privatizace. Společnost v současnosti hospodaří na 841,78 ha a zaměstnává 44 zaměstnanců.

Hlavní sídlo společnosti je ve Starém Dvoře v Pacově, kde se nachází mechanizační středisko, bramborárny a další zemědělské budovy.

Novošlechtění sadby brambor a výroba sadby zeleniny a květin ve sklenících se nachází ve středisku Hrádek u Pacova, kde je také odchovna mladého dobytka a býků na maso. Na farmě U Louže v Pacově jsou ustájeny dojnice, telata, mladý dobytek a jalovice.

Hlavní činností společnosti je novošlechtění a udržovací šlechtění brambor, produkce bramborové sadby, výroba mléka, výkrm skotu a ostatní zemědělská činnost. Společnost je vlastníkem 11 odrůd brambor. Průmyslové odrůdy: Poutník, Arabela, Fabia, Bernard, Žofie, Krumlov a Ornella. Konzumní odrůdy: Adéla, Madona, Samantana a Zuza. Nejrozšířenější konzumní odrůda Adéla byla v roce 2013 pěstovaná na více než 240 ha, což představuje 7,6 % množitelských ploch v České republice.

Jednou z nejvíce pěstovaných odrůd na výrobu škrobu je brambora Ornella, která získala v roce 1995 ocenění Zlatý klas na výstavě Země Živitelka v Českých Budějovicích.

Plochy zemědělských plodin za rok 2018:

- pšenice ozimá 261 ha
- ječmen jarní 33 ha
- brambory sadbové 71 ha
- brambory na běžných plochách 91 ha
- řepka 110 ha
- kukuřice na siláž 97 ha
- ostatní víceleté pícniny na zeleno 68 ha

4.2 Charakteristika klimatických podmínek

Průběh počasí - teplota

Výsledky teplot z jednotlivých měsíců byly získány z meteostanice sídlící v Pacově, kde se nachází polní pokus. Jedná se o celkové měsíční dešťové srážky a průměrné teploty v nadmořské výšce 615 metrů nad mořem.

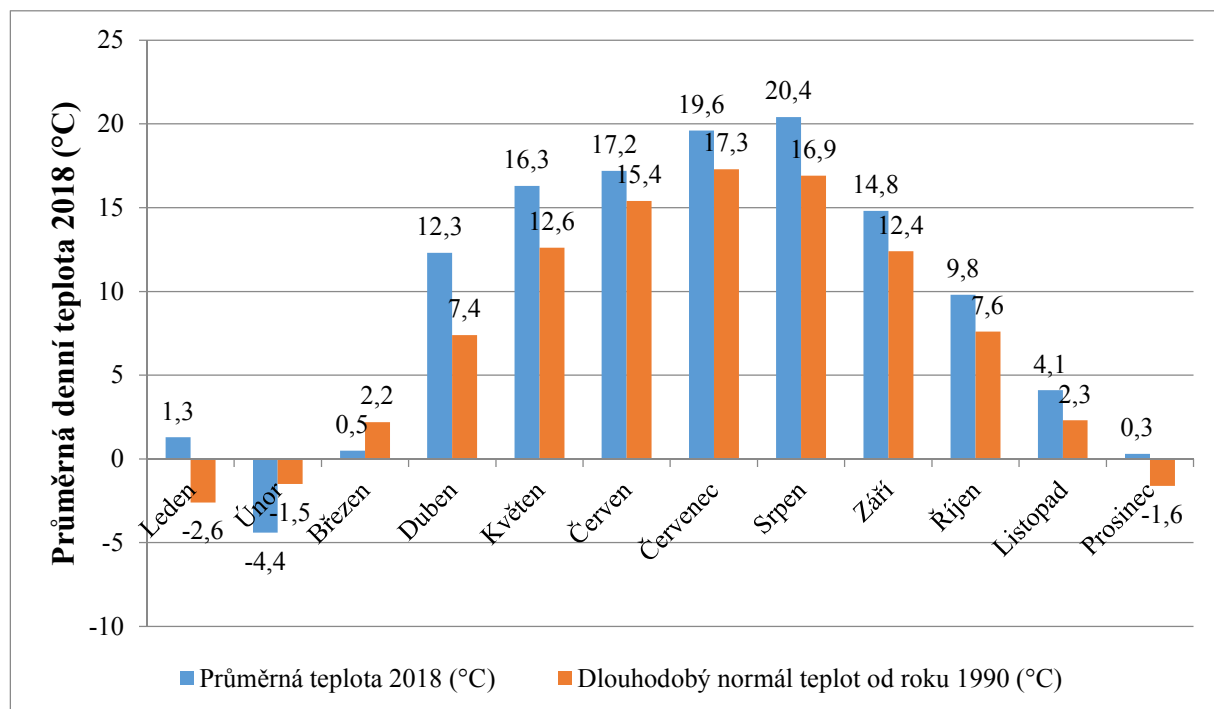
V prvním čtvrtletí byla průměrná teplota v roce 2018 – 0,9°C, což oproti dlouhodobému normálu, který je -0,6°C, je nepatrný rozdíl.

Ve druhém čtvrtletí byla průměrná teplota v roce 2018 15,3°C, což je o 3,6°C více než je dlouhodobý normál, jenž má hodnotu 11,8°C.

Ve třetím čtvrtletí byla průměrná teplota v roce 2018 18,3°C, což oproti dlouhodobému normálu, který je 15,5°C, je rozdíl 2,8°C.

V posledním čtvrtletí roku 2018 byla průměrná teplota 4,7°C, což je o 1,9°C více než je dlouhodobý normál, jenž má hodnotu 2,8°C.

Z grafu 1 je patrné, že rok 2018 byl teplotně oproti dlouhodobému normálu extrémně teplý, zvláště od dubna do října.



Graf 1: Průměrná denní teplota 2018

Průběh počasí - srážky

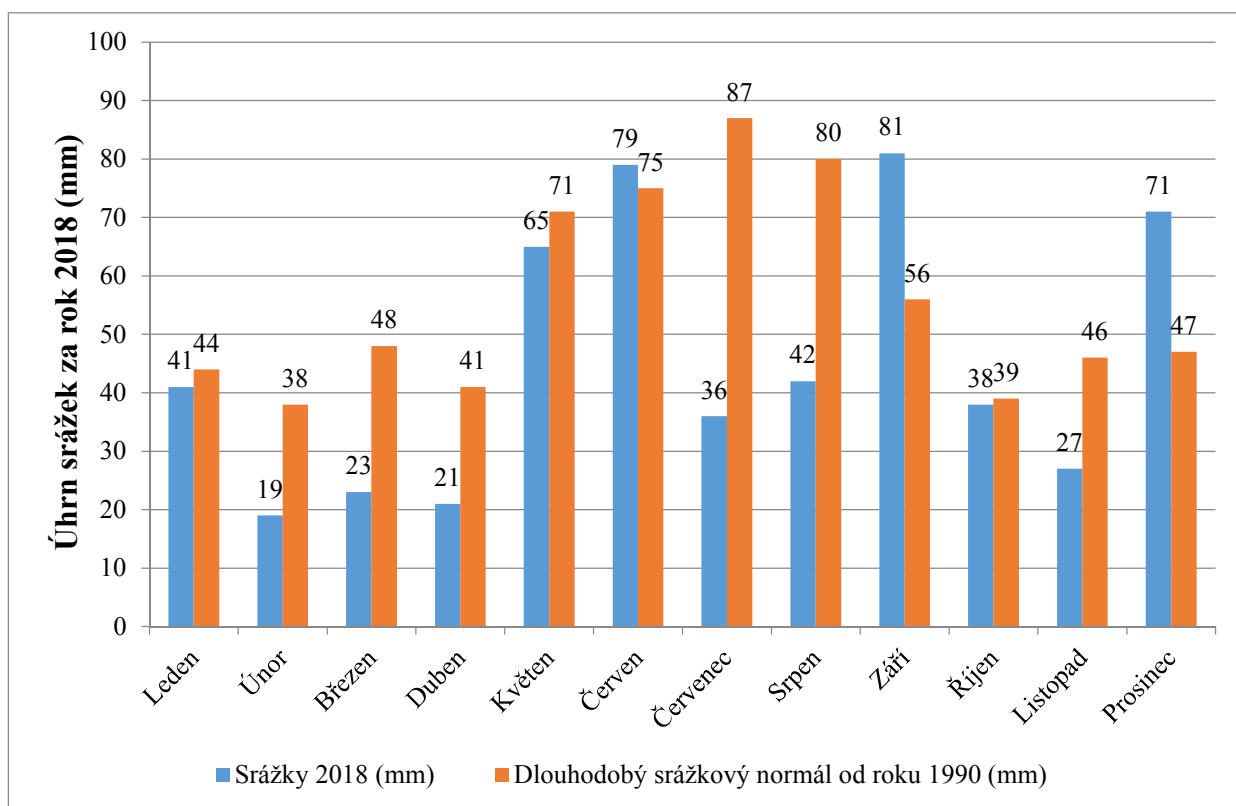
První čtvrtletí napršelo 83 mm srážek, což je oproti dlouhodobému normálu, který je 130 mm, pokles o 36,2 % srážek.

Druhé čtvrtletí napršelo 165 mm srážek, což je oproti dlouhodobému normálu, který je 187 mm, pokles o 11,8% srážek.

Třetí čtvrtletí napršelo 159 mm srážek, což je oproti dlouhodobému normálu, který je 223 mm, pokles o 28,7% srážek.

Poslední čtvrtletí napršelo 136 mm srážek, což je oproti dlouhodobému normálu, který je 132 mm, nárůst o 3% srážek.

Celkové množství srážek v roce 2018 bylo 543 mm, což oproti dlouhodobému normálu, který je 672 mm, je pokles o 20 % srážek. Z grafu 2 je patrné, že rok 2018 byl chudší na dešťové srážky hlavně v březnu, dubnu, červenci a srpnu.



Graf 2: Úhrn srážek za rok 2018

4.3 Příprava pozemku a sázení

Předplodinou na pokusném pozemku byla pšenice ozimá. Poté byla provedena podmítka do 10 cm. Na podzim byl aplikován na pokusný pozemek hnůj v dávce 20t/ha. Hned druhý den byl hnůj zaorán střední orbou do hloubky 24 cm. Na jaře před výsadbou bylo provedeno hluboké kypření půdy do hloubky 25 cm. Poté proběhla technologie záhonového odkamenění, kdy nejdříve proběhlo rýhování půdy a poté separování kamene. Na takto zpracovaný povrch následovala aplikace průmyslových hnojiv. Pokusný pozemek byl součástí porostu brambor pěstitele. První byla vysázena polopozdní odrůda Ornella 12. 4. 2018 a odrůdy Anatori a Hermes byly vysázeny o týden později, tedy 19. 4. 2018. Pěstitel používá 1,8 m široké záhony vyhovující používané technice. Spon, tedy vzdálenost sázených brambor za sebou, byl 0,29 m, což odpovídá hustotě porostu zhruba 38 000 ks/ha.

4.4 Aplikace dusíkatých hnojiv

Odrůdy v pokusu Ornella, Hermes a Anatori byly hnojeny dvěma způsoby. První způsob hnojení spočíval v tom, že odrůdy Ornella, Hermes a Anatori byly na jaře hnojeny Amofosem a hnojivem SAM. Druhý způsob hnojení spočíval v tom, že odrůdy Ornella, Hermes a Anatori byly na jaře hnojeny Amofosem, hnojivem SAM a ještě přihnojeny technologií hnojením pod patu hnojivem NPK.

Nejprve se provedlo hnojení hnojivem Amofos v dávce 200kg/ha. Amofos obsahuje 52 % P (fosforu) a 12 % N (dusíku), což v dávce 200 kg/ha udává, že na 1 ha půdy bylo aplikováno 104kg P a 24 kg N.

Druhé hnojení se provedlo hnojivem SAM v dávce 260l/ha. SAM obsahuje 19 % N (dusíku) a 5 % S (síry), což v dávce 260l/ha udává, že na 1 ha půdy bylo aplikováno 49 kg N a 13 kg S.

Přihnojení pod patu se provedlo hnojivem NPK v dávce 230 kg/ha. NPK obsahuje 16,5 % N (dusíku), 6 % P (fosforu) a 5 % K (draslíku), což v dávce 230 kg/ha udává, že na 1 ha půdy bylo aplikováno 38 kg N, 14 kg P a 12 kg K.

Celkově tedy první varianta hnojení dusíkem byla 73 kg/ha a druhá varianta hnojení dusíkem byla 111 kg/ha.

4.5 Charakteristika odrůd

Ornella

Původ: Odrůda byla vyšlechtěna na pracovišti Selektu Pacov, a.s. Byla povolena na jaře 1995.

Popis: typ trsu – přechodný, vzpřímený, vysoký

list – středně velký, slabě zvlněný, tmavě zelený

květ – červenofialový, velký

hlízy – krátce oválné, slupka červená, očka mělká, dužnina světložlutá

klíček – kulovitý, červenofialový

Hospodářské vlastnosti: Ornella je polopozdní průmyslová odrůda odolná rakovině brambor. Má středně rychlý počáteční růst natě, s vyšší odolností proti plísni bramborové. Velikost hlíz je střední s vyšším počtem hlíz pod trsem. Hlízy mají vyšší odolnost proti obecné strupovitosti a mechanickému poškození. Je vhodná jako surovina pro výrobu lupínek a pro zpracování na škrob.

Přednosti: 1. Univerzální možnost využití (lupínky, škrob, kaše, hranolky)

2. Přizpůsobivost vůči prostředí a přísuškům

3. Vyšší výnos škrobu z 1 ha

Zdroj: (“Sadba – přehled odrůd - ornella”)

Hermes

Původ: Odrůda byla vyšlechtěna firmou Nos v Rakousku.

Popis: typ trsu – silná nat'

list – středně velký, tmavě zelený

květ – červenofialový

hlízy – oválné, středně hluboká očka, krémová slupka, světle žlutá dužnina

Hospodářské vlastnosti: Hermes je poloraná odrůda vhodná ke zpracování na škrob, kaši a lupínky. Dosahuje vysokých výnosů hlíz, počet hlíz pod trsem je nižší. Velmi dobře odolává nedostatku vody a i v suchých obdobích poskytuje dobrý výnos.

Přednosti: 1. Vysoký výnos hlíz i v sušších obdobích

2. Vhodná ke zpracování na výrobky i k přímému konzumu

3. Nenáročná na agrotechnické zásahy

4. Dlouhá dormance – dobré skladování

Zdroj: ("Sadba – přehled odrůd - hermes")

Anatori

Původ: Odrůda byla vyšlechtěna na pracovišti Selektu Pacov, a.s. Jedná se o novou odrůdu registrovanou v roce 2018.

Popis: typ trsu – silná nať, vysoký habitus

list – tmavý, střední

květ – velký, červenofialový

hlízy – velké, dlouze oválné, očka mělká, slupka červená, dužnina světle žlutá

Hospodářské vlastnosti: Anatori je poloraná odrůda určená pro zpracování na hranolky a škrob. Počáteční růst natě je středně rychlý. Hlízy jsou dlouze oválné, velké, méně odolné proti mechanickému poškození. Odrůda je odolná proti napadení virovými chorobami, středně rezistentní proti napadení plísní bramboru na nati. Výnos hlíz je střední.

Přednosti: 1. Nízký obsah redukcí cukrů

2. Rezistence k původci rakoviny bramboru

3. Odolnost vůči virovým chorobám

4. Střední rezistence proti napadení plísní bramboru

Zdroj: (“Sadba – přehled odrůd - anatori”)

4.6 Chemická ochrana porostu

Porost byl pomocí chemické ochrany chráněn proti chorobám a škůdcům viz. Tabulka 9. Dále bylo během vegetace ve dnech 7.6. a 11. 7. aplikováno přihnojení hořkou solí v dávce 6,5kg/ha.

Tabulka 9: Přehled použitých přípravků na ochranu brambor

Datum aplikace	Přípravek	Dávka/ha	Účinek na
7.5.	Arcade 880 EC	4l/ha	plevele
24.5.	Agil 100 EC	1,5l/ha	plevele - pýr
7.6.	Ridomil Gold	2,5kg/ha	plíseň bramboru
	Spintor	0,15l/ha	mandelinka bramborová
18.6.	Mixanil	2l/ha	plíseň bramboru
27.6.	Mixanil	2l/ha	plíseň bramboru
	Mospilan 20 SP	0,06kg/ha	mandelinka bramborová
	Markate 50	0,15l/ha	mšice
11.7.	Revus Top	0,6l/ha	plíseň bramboru
24.7.	Revus Top	0,6l/ha	plíseň bramboru

4.7 Sklizeň a posklizňové úkony

Sklizeň proběhla ručně 15. září 2018. Po sklizni následovalo vážení sklizených bramborových hlíz, poté byl vypočten výnos sklizených brambor na hektarový výnos. Dále v podniku Selekt Pacov, a.s. byl zjištěn obsah škrobu na Hošpes-Pezoldově váze.

Další měření proběhlo v laboratoři Jihočeské univerzity, Zemědělské fakulty katedry Speciální produkce rostlinné. Kde se hlízy nejprve omyly, poté usušily, zvážily a stanovila se průměrná hmotnost jedné hlízy. Dále se hlízy nakrájely na plátky a umístily do uzavíratelných plastových dóz, které se vložily do lyofilizátoru (vakuové vymrazování – metoda sušení vlhkých materiálů). Získaly se vzorky, ze kterých byla vyhodnocena sušina. Ze sušiny se poté odebraly vzorky, z kterých se stanovil obsah bílkovin a dusíkatých látek.

Extrakce vzorků pro stanovení koncentrace bílkovin

50mg vzorku bylo extrahováno v 1 ml extrakčního pufru (0,0625M Tris-HCl, pH 6,8 + 2% SDS) na ledu po dobu 90 minut. V průběhu extrakce s extrakčním pufrem byly vzorky dvakrát promíchány. Poté byla provedena centrifugace při 4°C po dobu 10 minut při 12 000 rpm. Do připravených centrifugacích mikrozkušavek bylo odpipetováno z každé varianty 400 µl supernatantu pro stanovení koncentrace proteinů pomocí metody BCA.

Metoda využívá kyseliny bicinchoninové (BCA) ke spektrofotometrickému stanovení celkových proteinů. Je založena na alkalické redukci měďnatého iontu na měďný pomocí proteinu a následné chelataci měďného iontu kyselinou bicinchoninovou za vzniku purpurového zbarvení. Tento, ve vodě rozpustný komplex, vykazuje silnou absorpenci při 562nm, která je lineární se zvyšující se koncentrací proteinů v rozsahu od (20 – 2000 µg /ml). BCA není metodou koncového bodu, to znamená, že výsledné zbarvení se stále vyvíjí. Nicméně po inkubaci je rychlost pokračujícího vývoje zbarvení nízká (Peč et al.,2008; Thermo Fisher Scientific, 2015).

Příprava vzorků a stanovení metodou BCA

Pro analýzu byl použit kitPierce BCA Protein AssayKit (Thermo Fisher Scientific, USA). Standardem je bovinní sérový albumin (BSA). Pracovní činidlo se připravuje vždy čerstvě smícháním 50 dílů reagentu A s 1 dílem reagentu B. Reagent A obsahuje uhličitan sodný, hydrogenuhličitan sodný, kyselinu bicinchoninovou a vinan sodný v 0,1M roztoku hydroxidu sodného. Reagentem B je 4% síran měďnatý. Po přidání 2 ml pracovního činidla k 100 µl vzorku se nechaly vzorky inkubovat při 37°C po dobu 30 minut. Celkové proteiny byly měřeny na spektrofotometru při vlnové délce 562 nm.

Stanovení dusíkatých látek na analyzátoru rapid N Cube

Stanovení obsahu dusíku bylo provedeno pomocí modifikované Dumasovy metody. Výhodou metody v kombinaci s použitou instrumentací je jednoduché použití a plně automatizovaný proces. Ve srovnání s metodou podle Kjeldahla je výrazně rychlejší (proces trvá 3 – 4 minuty), (Jung et al. 2003). Vzorek se spaluje za

přítomnosti kyslíku v komoře při vysoké teplotě nad 900°C. Dochází k uvolnění oxidu uhličitého, vody a oxidu dusíku. Plyny jsou hnány přes speciální sorpční kolony, které pohlcují oxid uhličitý a vodu. Plynné oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočet koncentrace dusíku ve vzorku na obsah dusíkatých látek se provádí přepočtovým faktorem 6,25 (Elementar, 2016)

5 Výsledky

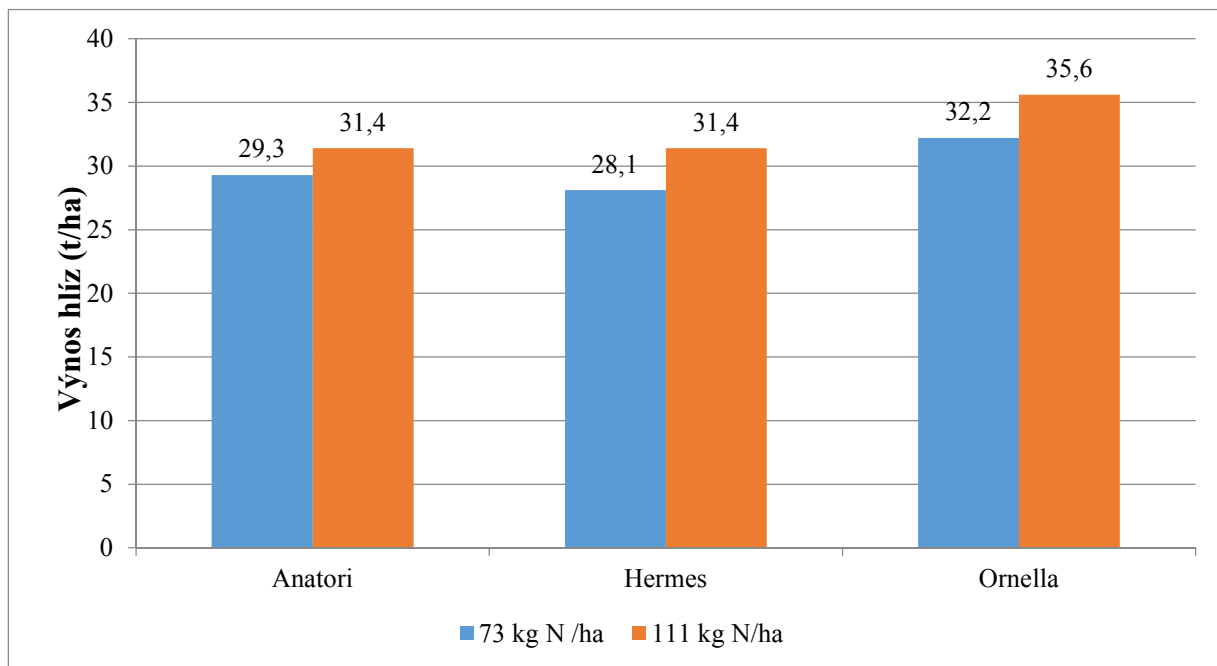
5.1 Výnos hlíz

Ve výnosu hlíz nebyl zjištěn velký rozdíl mezi odrůdami. Nejvyššího výnosu dosahovala odrůda Ornella, odrůdy Anatori a Ornella měly velmi podobné výsledky. Z grafu č. 3 je patrné, že vyšší dávka dusíku má velmi příznivý vliv na výnos hlíz.

U odrůdy Anatori je vidět ze všech odrůd nejmenší rozdíl výnosu hlíz v rozdílných dávkách hnojení dusíkem. U hnojení 73 kg N/ha byl výnos 29,3 t/ha. U hnojení 111 kg N/ha byl výnos 31,4 t/ha, což je ve výsledku rozdíl 2,1 t/ha.

Odrůda Hermes zaznamenala nejmenší výnos ze všech odrůd při hnojení 73 kg N/ha a to 28,1 t/ha. Při hnojení 111 kg N/ha byl výnos 31,4 t/ha. Rozdíl mezi dvěma variantami hnojení je 3,3 t/ha ve prospěch vyšší dávky dusíku.

Odrůda Ornella vykazovala největší výnosy ze všech odrůd v obou variantách hnojení dusíkem. U varianty hnojení v dávce 73 kg N/ha byl výnos 32,2 t/ha, což je o 3,4 t/ha méně než u varianty 111 kg N/ha, které byla 35,6 t/ha.



Graf 3: Výnos hlíz (t/ha)

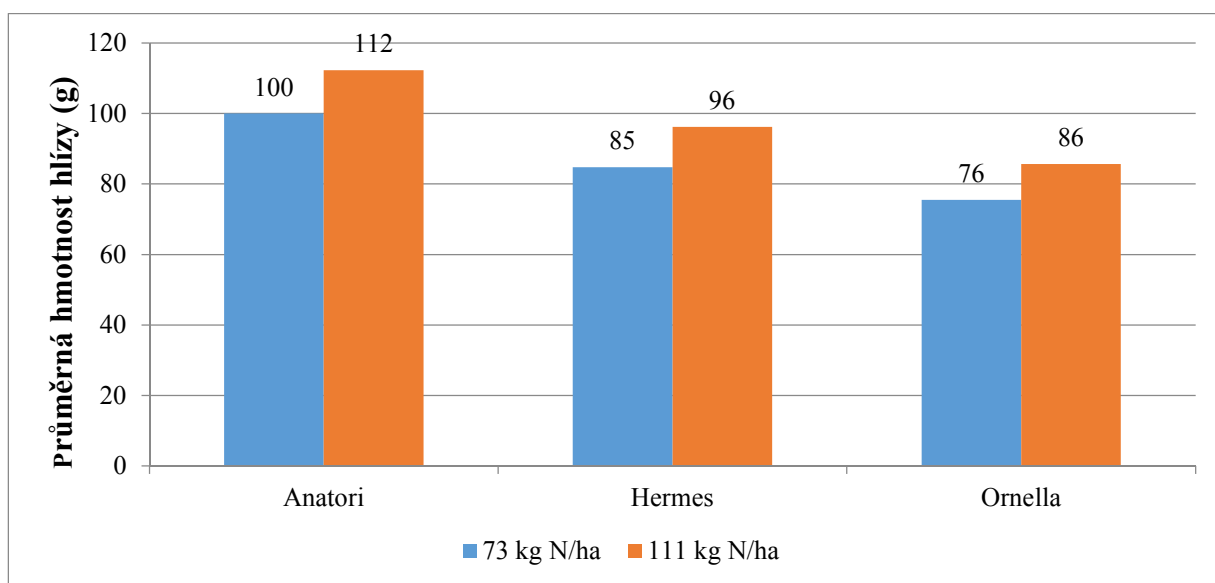
5.2 Průměrná hmotnost hlíz

V průměrné hmotnosti hlíz jsou vidět velké rozdíly v odrůdách. Největší hmotnosti dosahovala odrůda Anatori, naopak odrůda Ornella dosahovala nejnižší hmotnosti. Z grafu č. 4 je patrné, že vyšší dávka dusíku má velmi pozitivní vliv na vyšší hmotnost hlíz. Nejvyšší rozdíl v různých aplikacích hnojení zaznamenala odrůda Anatori a to o 12 g. Poté odrůda Hermes o 11 g a odrůda Ornella o 10 g.

Odrůda Anatori dosahovala nejvyšší průměrné hmotnosti ze všech tří odrůd. V dávce 73 kg N/ha dosahovala průměrná hmotnost jedné hlízy 100g a v dávce 111 kg N/ha dosahovala 112 g.

Odrůda Hermes zaznamenala v dávce 73 kg N/ha průměrnou hmotnost hlízy 85 g, naopak v dávce 111 kg N/ha dosahovala průměrná hmotnost hlízy 96 g.

Odrůda Ornella dosahovala nejnižší průměrné hmotnosti hlízy ze všech odrůd a to v dávce 73 kg N/ha 76 g a v dávce 111 kg N/ha 86 g.



Graf 4: Průměrná hmotnost hlízy (g)

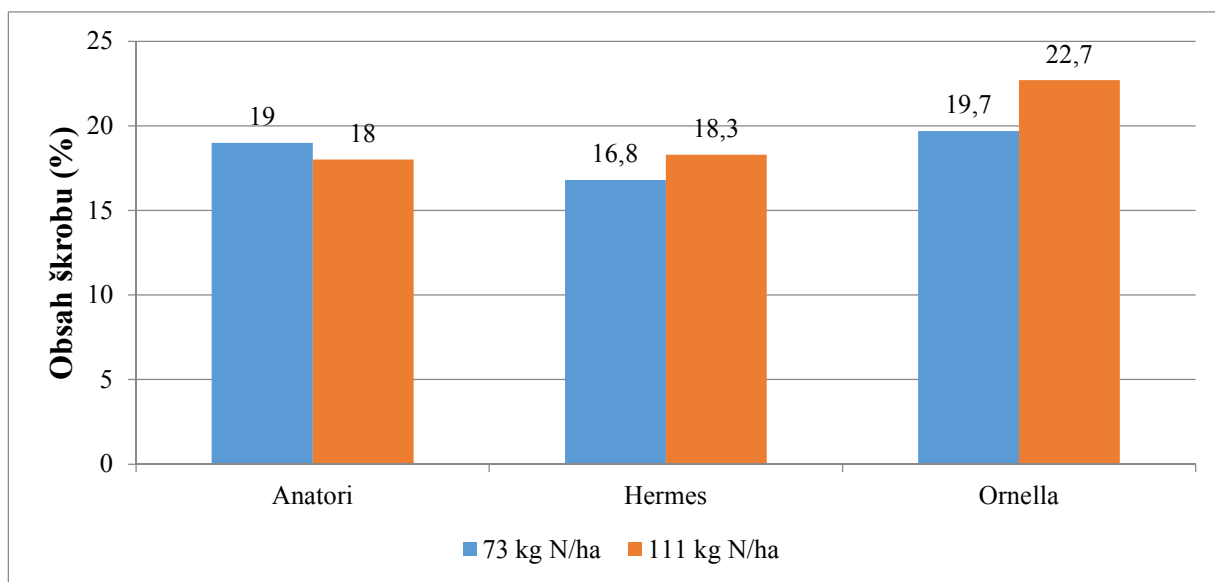
5.3 Obsah škrobu

V obsahu škrobu nad odrůdami Anatori a Hermes jasně vyčnívá odrůda Ornella, která má nejvyšší obsah škrobu v obou variantách hnojení dusíkem. Z grafu č. 5 je patrné, že vyšší dusíkaté hnojení mělo pozitivní vliv na odrůdy Hermes (zvýšení obsahu škrobu o 1,5 %) a Ornella (zvýšení obsahu škrobu o 3 %), naopak vyšší dusíkaté hnojení snižovalo obsah škrobu u odrůdy Anatori.

Odrůda Anatori při aplikaci 73 kg N/ha obsahovala 19 % škrobu. Při vyšší dávce 111 kg N/ha obsahovala méně škrobu a to 18 %.

Odrůda Hermes pozitivně reagovala na vyšší dávku dusíkatého hnojení, kdy v dávce 73 kg N/ha obsahovala 16,8 % škrobu. Při dávce 111 kg N/ha obsahovala 18,3 % škrobu.

Odrůda Ornella nejlépe ze všech odrůd reagovala na vyšší dávku dusíku. V dávce 73 kg N/ha obsahovala 19,7 % škrobu. Při dávce 111 kg N/ha obsahovala 22,7 % škrobu.



Graf 5: Obsah škrobu (%)

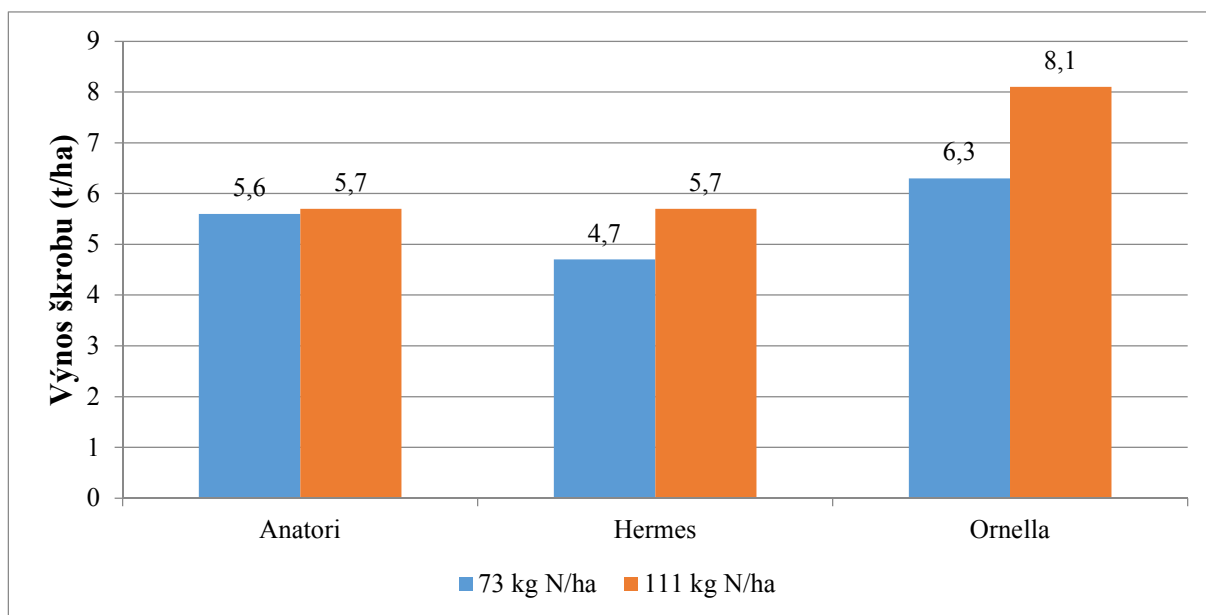
5.4 Výnos škrobu

U výnosu škrobu dosahovala nejlepších výsledků odrůda Ornella, která mezi dvěma variantami hnojení dusíkem zvýšila výnos škrobu o 1,8 t/ha. Odrůda Hermes zvýšila vlivem dusíkatého hnojení výnos škrobu o 1 t/ha. Odrůda Anatori vlivem vyššího dusíkatého hnojení zvýšila výnos škrobu o 0,1 t/ha. Z grafu č. 6 je patrné, že vyšší dusíkaté hnojení má velmi dobrý vliv na odrůdy Hermes a Ornella.

Odrůda Anatori při aplikaci 73 kg N/ha dosahovala výnosu škrobu 5,6 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha dosahovala vyššího výnosu škrobu 5,7 t/ha.

Odrůda Hermes pozitivně reagovala na vyšší dávku dusíkatého hnojení, kdy v dávce 73 kg N/ha dosahovala výnosu škrobu 4,7 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha dosahovala vyššího výnosu škrobu 5,7 t/ha.

Odrůda Ornella dosahovala největších výnosů ze všech odrůd v obou variantách hnojení dusíkem. U varianty hnojení v dávce 73 kg N/ha byl výnos škrobu 6,3 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha byl výnos škrobu 8,1 t/ha.



Graf 6: Výnos škrobu (t/ha)

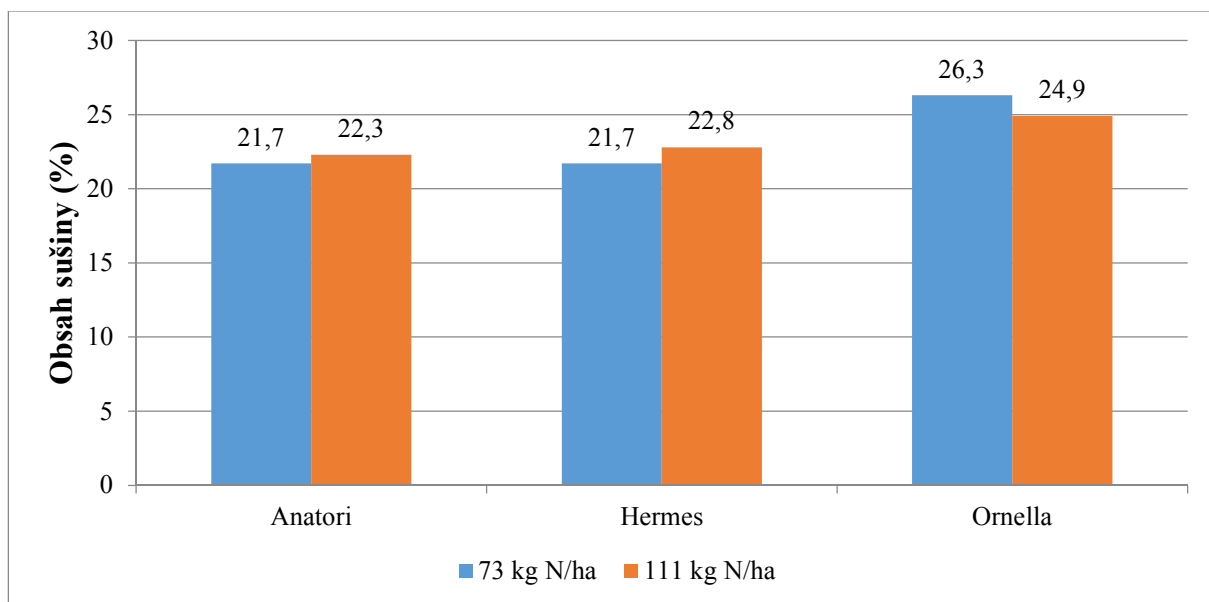
5.5 Obsah sušiny

V obsahu sušiny lze pozorovat nejvyšší nárůst při vyšší dávce dusíkatého hnojení u odrůdy Hermes o 1,1 %. U odrůdy Anatori se při vyšší dávce dusíkatého hnojení zvýšil obsah sušiny o 0,6 %. Naopak u odrůdy Ornella vyšší dusíkaté hnojení snížilo obsah sušiny o 1,4 %. Z grafu č. 7 je patrné, že vyšší dusíkaté dávky hnojení zvyšují procentuální zastoupení sušiny u odrůd Anatori a Hermes, naopak u odrůdy Ornella se obsah sušiny snižuje.

Odrůda Anatori při aplikaci 73 kg N/ha obsahuje 21,7 % sušiny. Při vyšší dávce 111 kg N/ha obsahuje více sušiny a to 22,3 %.

Odrůda Hermes pozitivně reagovala na vyšší dávku dusíkatého hnojení, kdy v dávce 73 kg N/ha obsahovala 21,7 % sušiny. Při dávce 111 kg N/ha obsahovala 22,8 % sušiny.

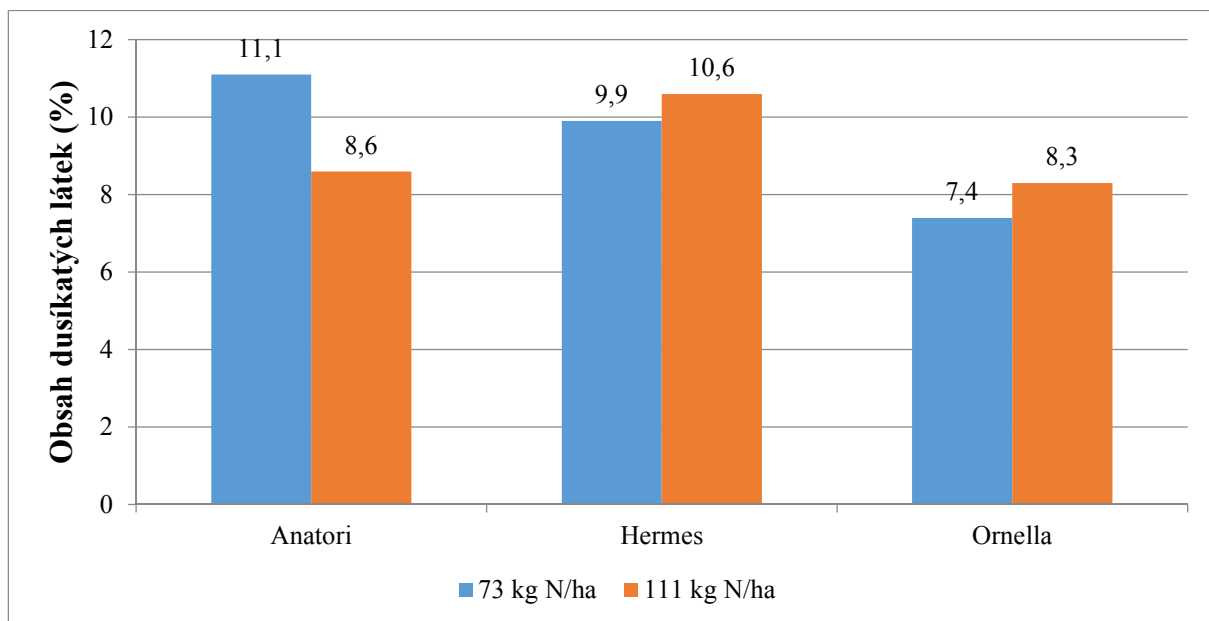
Odrůda Ornella ze všech sledovaných odrůd obsahovala nejvyšší zastoupení sušiny. Při dávce 73 kg N/ha obsahovala 26,3 %. Při vyšší dávce 111 kg N/ha se obsah sušiny snížil na 24,9 %.



Graf 7: Obsah sušiny (%)

5.6 Obsah dusíkatých látek

Z grafu č. 8 je patrné, že vyšší aplikace dusíkatých hnojiv nepatrně zvýšila obsah dusíkatých látek u odrůd Hermes a Anatori. U odrůdy Anatori naopak vyšší dávka dusíkatého hnojení velmi výrazně snížila obsah dusíkatých látek.



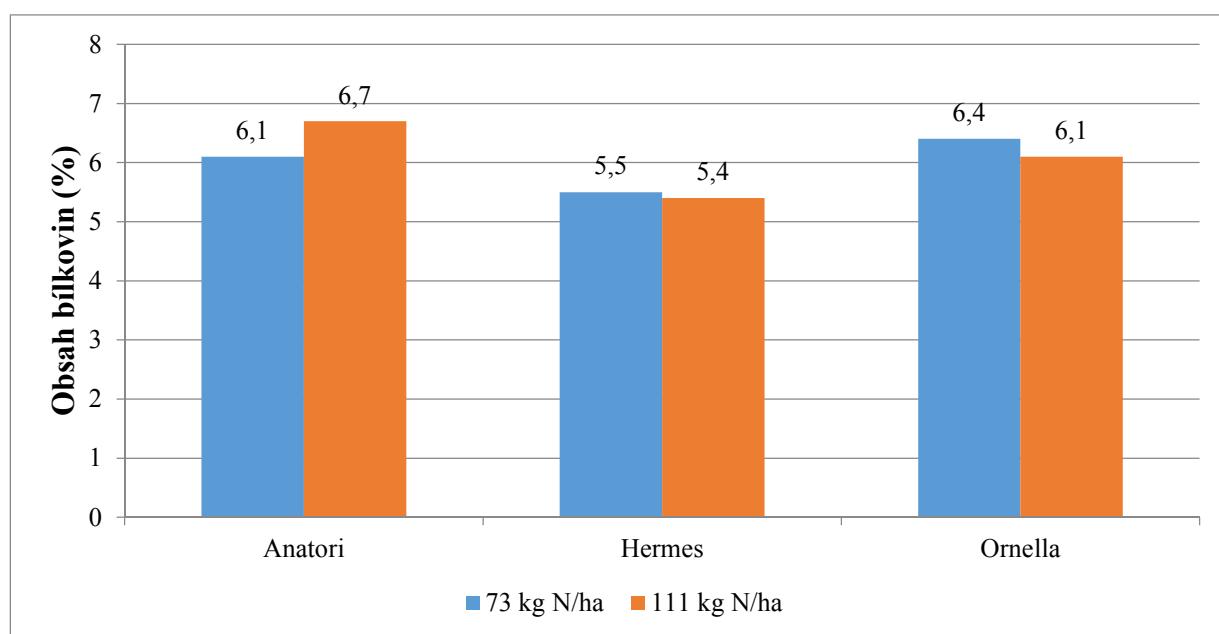
Graf 8: Obsah dusíkatých látek (%)

Tabulka 10: Obsah dusíkatých látek – dvoufaktorová analýza rozptylu

Jednorozměrné testy významnosti pro obsah dusíkatých látek (% sušiny)					
Efekt	Suma čtverců	Stupně (volnosti)	Průměrný čtvec	Hodnota	Hladina významnosti
abs. člen	2073,946	1	2073,946	1841,490	0,000000
odrůda	27,610	2	13,805	12,258	0,000437
varianta hnojení	0,526	1	0,526	0,467	0,503170
odrůda x varianta hnojení	13,290	2	6,645	5,900	0,010703
chyba	20,272	18	1,126		

5.7 Obsah bílkovin

U odrůdy Anatori se při vyšší dávce dusíkatého hnojení zvýšil obsah bílkovin o 0,6 %. Naopak u odrůdy Ornella vyšší dusíkaté hnojení snížilo obsah bílkovin o 0,3 %. Odrůda Hermes při rozdílných aplikacích dusíkatých hnojiv nevykazovala významný rozdíl v obsahu bílkovin.



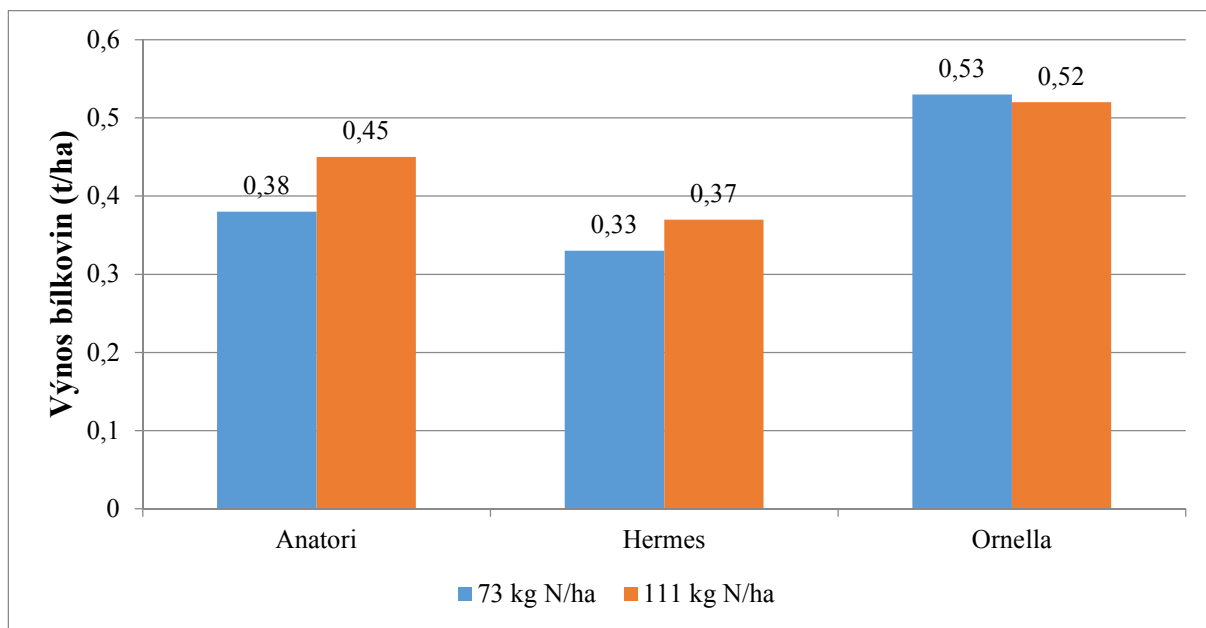
Graf 9: Obsah bílkovin ze sušiny (%)

Tabulka 11: Obsah bílkovin – dvoufaktorová analýza rozptylu

Jednorozměrné testy významnosti pro obsah bílkovin (%sušiny)					
Efekt	Suma čtverců	Stupně (volnosti)	Průměrný čtverec	Hodnota	Hladina významnosti
abs. člen	868,4725	1	868,4725	7114,878	0,000000
odrůda	4,5302	2	2,2651	18,557	0,000042
varianta hnojení	0,0579	1	0,0579	0,474	0,499740
odrůda x varianta hnojení	0,7847	2	0,3924	3,214	0,064024
chyba	2,1972	18	0,1221		

5.8 Výnos bílkovin

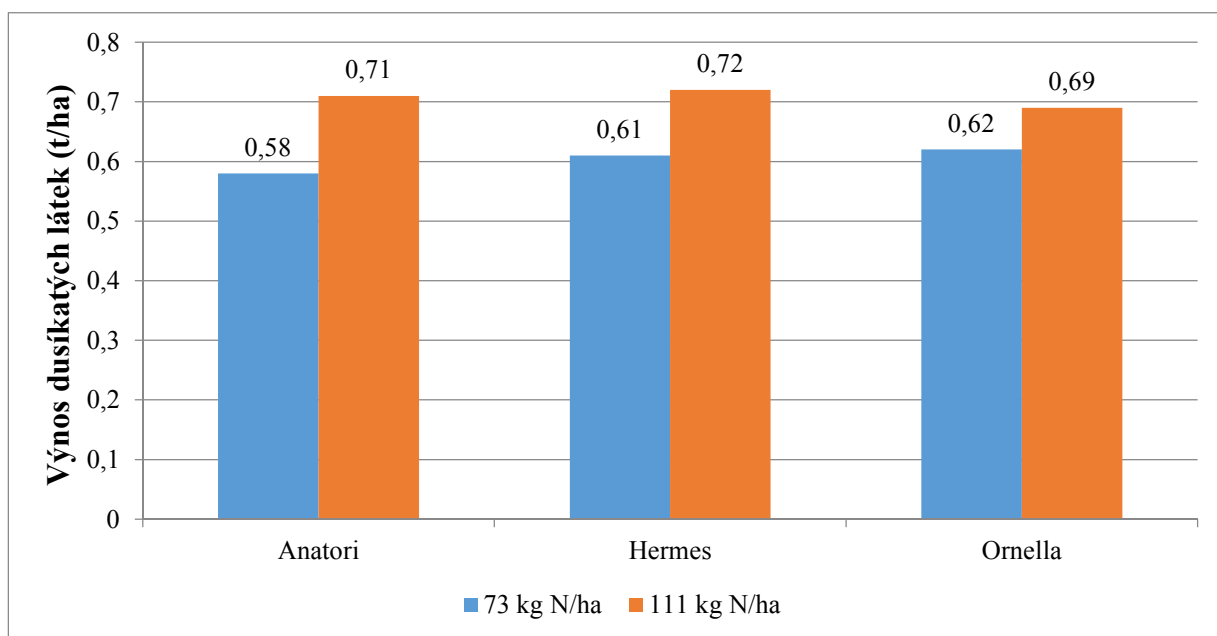
Nejvyšší výnos bílkovin byl u odrůdy Ornella a to 0,53 t/ha. Mezi variantami nebyl významný rozdíl.



Graf 10: Výnos bílkovin (t/ha)

5.9 Výnos dusíkatých látek

Z grafu č. 11 je patrné, že vyšší aplikace dusíkatých hnojiv nepatrně zvýšila výnos dusíkatých látek. Nejvyšší výnos dusíkatých látek byl u odrůdy Hermes a to 0,72 t/ha. U všech odrůd byl patrný téměř stejný vliv dusíkatého hnojení na výnos dusíkatých látek.



Graf 11: Výnos dusíkatých látek (t/ha)

6 Diskuse

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv dusíkatého hnojení na výnos a obsah škrobu a bílkovin u odrůd brambor určených pro výrobu škrobu. Byly zvoleny tři průmyslové odrůdy brambor (Anatori, Hermes a Ornella), u kterých byly aplikovány na jaře dvě různé aplikace dusíkatých hnojiv. Hodnocen byl výnos hlíz, průměrná hmotnost hlíz, obsah škrobu, výnos škrobu, obsah sušiny, obsah dusíkatých látek, obsah bílkovin, výnos dusíkatých látek a výnos bílkovin.

Nadměrně teplý duben a srážkově mírný začátek roku vytvořil výborné podmínky pro založení porostu brambor. Ve sledovaném roce bylo specifické rozložení srážek. Ačkoliv většina vegetační doby byla na srážky příznivá, během července a srpna spadlo pouze 78 mm srážek. Vzhledem k tomu, že Vokál (2013) uvádí ideální množství srážek během července a srpna pro růst brambor 160 – 180 mm srážek, byli tyto dva měsíce obzvláště suché.

Hnojení dusíkem je jedním z nejdůležitějších faktorů pro dosažení vysokého výnosu škrobu. Při zakládání porostu bylo na podzim zaoráno 20 t/ha. Na jaře byly aplikovány dvě různé varianty dusíkatého hnojení v dávkách 73 kg N/ha a 111 kg N/ha.

V provedeném pokusu bylo zjištěno, že vyšší aplikace dusíkatých hnojiv v dávce 111 kg N/ha pozitivně ovlivňuje výnos hlíz. Odrůda Ornella zvýšila výnos hlíz oproti nižší dávce dusíkatých hnojiv o 3,4 t/ha, odrůda Hermes zvýšila výnos hlíz o 3,3 t/ha a odrůda Anatori zvýšila výnos hlíz o 2,1 t/ha. Jůzl a Elzner (2014) uvádí, že dusík má přímý vliv na výnos brambor, což se v pokusu potvrdilo.

Podle Vokála (2000) hmotnost hlíz závisí na celé řadě faktorů. Vliv má například velikost sadby, množství srážek, odrůda a dusíkaté hnojení. Rybáček (1988) tvrdí, že nejvíce průměrnou hmotnost hlíz ovlivňuje prostředí a ročník. V pokusu je patné, že vyšší dusíkaté hnojení pozitivně ovlivnilo průměrnou hmotnost hlíz u všech sledovaných odrůd.

Bárta (2012) uvádí, že odrůda představuje významný faktor ovlivňující obsah škrobu. V pokusu byly velké rozdíly v obsahu škrobu. U odrůd Hermes a Ornella došlo vlivem vyššího dusíkatého hnojení ke zvýšení obsahu škrobu, naopak u odrůdy Anatori došlo ke snížení obsahu škrobu. Největšího obsahu škrobu dosahovala

odruža Ornella, která při dávce 111 kg N/ha obsahovala 22,7% škrobu. Odrůža Hermes dosahovala při dávce 111 kg N/ha 18,3 % obsahu škrobu. Odrůža Anatori dosahovala při dávce 111 kg N/ha 18 % obsahu škrobu.

Vokál (2000) uvádí, že hektarový výnos škrobu nejvýznamněji ovlivňuje hnojení dusíkem, ale měl by se dát pozor na přehnojení. Odrůžy v pokusu reagovaly na vyšší dusíkaté hnojení nerovnoměrně. Odrůža Ornella dosahovala největších výnosů ze všech odrůž v obou variantách hnojení dusíkem. U varianty hnojení v dávce 73 kg N/ha byl výnos škrobu 6,3 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha byl výnos škrobu 8,1 t/ha. Odrůža Hermes pozitivně reagovala na vyšší dávku dusíkatého hnojení, kdy v dávce 73 kg N/ha dosahovala výnosu škrobu 4,7 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha dosahovala vyššího výnosu škrobu 5,7 t/ha. Nejmenšího rozdílu v rozdílných aplikacích dusíkatého hnojení dosahovala odrůža Anatori, kdy při aplikaci 73 kg N/ha dosahovala výnosu škrobu 5,6 t/ha. Při vyšší dávce 111 kg N/ha dosahovala vyššího výnosu škrobu 5,7 t/ha.

Vliv dusíkatého hnojení v pokusu nepoukázal na významný rozdíl v obsahu bílkovin, výnosu bílkovin a obsahu dusíkatých látek. Vliv vyššího dusíkatého hnojení zvýšil výnos dusíkatých látek u všech sledovaných odrůž.

Rok 2018 byl na realizaci pokusu velmi specifický. Výsledky sledovaného roku byly ovlivněny řadou faktorů. Nízký úhrn srážek (zvláště červenec a srpen) a vyšší průměrná teplota ve vegetaci výrazně ovlivnily výsledky pokusu. Z těchto důvodů je nutné tento jednoletý pokus opakovat a to nejlépe ve více letech po sobě. Tím by bylo možné objektivně vyhodnotit vliv dusíkatého hnojení na výnos a obsah škrobu a bílkovin u odrůž brambor určených pro výrobu škrobu.

7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv dusíkatého hnojení na výnos a obsah škrobu a bílkovin u odrůd brambor určených pro výrobu škrobu. Na základě dosažených jednoletých výsledků v pokusném roce 2018 je možné uvést tyto závěry:

- Vyšší aplikace dusíkatého hnojení pozitivně ovlivnila výnos hlíz a průměrnou hmotnost hlíz u všech sledovaných odrůd.
- U odrůd Hermes a Ornella vyšší aplikace dusíkatého hnojení velmi významně zvýšila obsah škrobu v bramborových hlízách, naopak u odrůdy Anatori vyšší aplikace dusíkatého hnojení obsah škrobu v bramborových hlízách nepatrně snížila.
- Vliv vyšší aplikace dusíkatého hnojení na výnos škrobu byl velmi pozitivní u odrůdy Ornella a Hermes. U odrůdy Anatori nebyl významný rozdíl u jednotlivých aplikací dusíkatých hnojiv.
- Obsah sušiny pozitivně ovlivnilo vyšší dusíkaté hnojení u odrůdy Hermes, naopak u odrůdy Ornella došlo ke snížení obsahu sušiny. U odrůdy Anatori nebyl významný rozdíl u jednotlivých aplikací dusíkatých hnojiv.
- U odrůdy Anatori vyšší aplikace dusíkatých hnojiv zvýšila výnos bílkovin. U odrůd Hermes a Anatori nebyl významný rozdíl u jednotlivých aplikací dusíkatých hnojiv.
- Při velmi specifickém roku 2018, jak na úhrn srážek tak i teplot, byla nejlépe vyhodnocena vyšší aplikace dusíkatých hnojiv.
- Průběh počasí, a to hlavně malé množství srážek a vyšší teploty v roce 2018, výrazně ovlivnily výsledky pokusu. Pro objektivnější výsledky vlivu rozdílných aplikací dusíkatých hnojiv by bylo nutné pokus opakovat minimálně ve dvouletém pokusu.

8 Zdroje

Použitá literatura

1. **Baier, J., & Baierová, V.** (1985). *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
2. **Balík, J., Pavlíková, D., & Tlustoš, P.** (2002). *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin* (3. vydání). Praha: Redakce odborných časopisů Zemědělec, Farmář a Úroda.
3. **Bárta, J.** (2012). *Pěstování brambor pro produkci škrobu a bílkovin: metodika pro praxi*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
4. **Bárta, J.** (2015). *Potenciál bílkovin hlíz brambor v rámci rodu Solanum*. České Budějovice: Kurent.
5. **Bárta, J., & Bártová, V.** (2007). *Bílkoviny hlíz bramboru (Solanum tuberosum L.)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta.
6. **Bárta, J., Bártová, V., Sýkorová, S., Čurn, V., Diviš, J., Matějová, E., & Štočková, L.** (2012). *Komplexní metodika pracovních postupů pro charakterizaci odrůd brambor*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta.
7. **Bárta, J., & Čurn, V.** (2004). *Proteiny hlíz bramboru (Solanum tuberosum L.) – klasifikace, charakteristika, význam*. *Chemické Listy* 98: 373-378p.

8. **Červenka, J., & Samek, M.** (c2004). Potravinářské zbožíznalství (Vyd. 2., přeprac). Praha: Credit.
9. **Diviš, J.** (2010). Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí), (2., dopl. vyd). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
10. **Diviš, J., Bárta, J., & Bártová, V.** (2011). Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství: metodika. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
11. **Dudáš, F., & Pelikán, M.** (1989). Využití produktů rostlinné výroby. Brno: VŠZ v Brně.
12. **Hamouz, K.** (1994). Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR.
13. **Houba, M., & Hosnedl, V.** (2002). Osivo a sadba: praktické semenářství. Praha?: Martin Sedláček.
14. **Jůzl, M., & Elzner, P.** (2014). Pěstování okopanin. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
15. **Kasal, P.** (2014). Metodika technologie pěstování brambor: se zaměřením na vyšší efektivnost hnojení a ochranu vod: uplatněná certifikovaná metodika. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský.
16. **Kasal, P., Čepl, J., & Vokál, B.** (2010). Hnojení brambor (2. vyd., aktualiz). Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský.

17. **Konopásek, V.** (1992). Studijní informace-zemědělská technika ((1992) č.1-8). Praha: ÚVTIZ.
18. **Mayer, V.** (2014). Vývoj techniky pro pěstování, sklizeň, posklizňovou a tržní úpravu a skladování brambor. Havlíčkův Brod: Tiskárny Havlíčkův Brod.
19. **Míča, B., Vokál, B., & Penk, J.** (1991). Dusičnany v bramborách a možnosti snížení jejich obsahu. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky.
20. **Minx, L., & Diviš, J.** (1994). Rostlinná výroba: 3. (Okopaniny).[a i.]. Praha: VŠZ.
21. **Pelikán, M., & Sáková, L.** (2001). Jakost a zpracování rostlinných produktů. České Budějovice: Jihočeská universita.
22. **Prugar, J.** (2008). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV.
23. **Rod, J.** (1997). Choroby zeleniny a brambor. Praha: KVĚT.
24. **Rybáček, V.** (1988). Brambory. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
25. **Vokál, B.** (2013). Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Praha: ProfiPress.
26. **Vokál, B.** (2000). Brambory. Praha: Agrospoj.

27. **Vokál, B., Čepl, J., Domkářová, J., Hausvater, E., Rasoča, V., Vacek, J., & Zrůst, J.** (2001). Pěstitelské technologie jednotlivých užitkových směrů brambor. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
28. **Vreugdenhil, D., & Bradshaw, J.** (2007). Potato biology and biotechnology: advances and perspectives. San Diego, CA: Elsevier.

Internetové zdroje

1. Choroby a škůdci brambor [Online]. (2001). Retrieved March 06, 2019, from <https://uroda.cz/choroby-a-skudci-brambor/>
2. Možnosti regulace plevelů v bramborách [Online]. (2011). Retrieved March 06, 2019, from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-bramborach>
3. Nejdůležitější škůdci brambor, jejich význam a ochrana [Online]. (2002). Retrieved March 06, 2019, from <https://uroda.cz/nejdulezitejsi-skudci-brambor-jejich-vyznam-a-ochrana/>
4. Ochrana brambor od sázení do sklizně [Online]. (2018). Retrieved March 06, 2019, from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/ochrana-brambor-od-sazeni-do-sklizne>
5. Sadba – přehled odrůd - hermes [Online]. Retrieved March 11, 2019, from <http://www.sadba.cz/hermes.htm>

6. Sadba – přehled odrůd - ornella [Online]. Retrieved March 11, 2019, from <http://www.sadba.cz/ornella.htm>

7. Sadba – přehled odrůd - anatori [Online]. Retrieved March 11, 2019, from <http://www.sadba.cz/anatori.htm>

8. Současné trendy v hnojení brambor [Online]. (2018). Retrieved March 06, 2019, from <https://uroda.cz/soucasne-trendy-v-hnojeni-brambor/>