

# **Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

## **Zemědělská fakulta**

Studijní program: Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Rostlinné biotechnologie

Katedra: Rostlinné výroby a agroekologie

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Téma:**

**Vliv ekologického a konvenčního systému pěstování  
brambor (*Solanum tuberosum* L.) na obsah bílkovin  
v hlízách**

Wypracoval: Bc. Tomáš Míčka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Diviš, Csc.

Ostatní konzultanti: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

České Budějovice 2010

## Anotace

Diplomová práce sledovala vliv ekologického a konvenčního způsobu pěstování brambor (*Solanum tuberosum* L.) na obsah bílkovin v hlízách. Bramborová bílkovina, která tvoří z celkového obsahu dusíkatých látek v hlízách brambor 1/3 až 1/2, patří mezi nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu a její vysoká hodnota je dána významným obsahem esenciálních aminokyselin. Významnou skupinou bílkovin brambor je patatin nebo také patatinový komplex, který je považován za hlavní zásobní bílkovinu a má řadu fyziologických funkcí důležitých z hlediska antioxidační aktivity a obranného systému proti patogenním organismům. Cílem praktické části práce bylo stanovení obsahu hrubých bílkovin, obsahu čistých bílkovin a zastoupení patatinových bílkovin v celkových bílkovinách hlíz brambor u 5 odrůd brambor, ve 2 ročníkových opakováních v ekologickém a konvenčním způsobu pěstování a statistické vyhodnocení a porovnání jednotlivých dat.

Bylo zjištěno, že obsah sušiny v hlízách brambor byl významně ovlivněn ročníkem a stanovištěm. Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor byl významně ovlivněn ročníkem, způsobem pěstování a odrůdou. U hlíz brambor z konvenčního způsobu pěstování byl obsah hrubých bílkovin v sušině 9,93 % a u hlíz z ekologického systému pěstování 9,16 %. Obsah čistých bílkovin byl významně ovlivněn odrůdou. Vliv způsobu pěstování na obsah čistých bílkovin v hlízách brambor nebyl statisticky významný, ale tendence mírně vyššího obsahu čistých bílkovin byla pozorována u hlíz brambor z konvenčního způsobu pěstování (4,23 %) oproti hlízám brambor z ekologického způsobu pěstování (3,86 %). Zastoupení čistých bílkovin v obsahu celkových dusíkatých látek bylo významně ovlivněno ročníkem a odrůdou. U všech odrůd a variant byl detekován patatinový komplex v oblasti s molekulovou hmotností kolem 40-45 kDa. Vyšší počet patatinových izoform (se spíše fyziologickou funkcí) byl sledován u hlíz brambor z ekologického způsobu pěstování.

Klíčová slova: brambory, dusíkaté látky, bílkoviny, patatin, ekologické pěstování, konvenční pěstování

## Annotation

Diploma thesis follows the influence of organic and conventional potato management (*Solanum tuberosum* L.) on tuber protein content. Potato protein represents from 1/3 to 1/2 of total tuber nitrogen compound and belongs among the most valuable plant proteins - its high value is given by high level of essential amino acids. Important group of potato proteins is a patatin (complex of patatin proteins), which is considered as a major storage protein and has many important physiological functions such as antioxidant activity and function of defense system against pathogenic organisms.

The aim of the the work was to determined content of crude protein, pure protein and patatin proteins representation in the total protein of potato tubers. The diploma thesis was solved using 5 potatoes varieties, 2 year's repetition and variant of organic and conventional potato production system. The obtained data were statistically evaluated.

It was found, that content of dry matter in potato tubers was significantly influenced by a year and locality of the field experiment. Crude protein content in potato tubers was significantly influenced by a year, variety and type of potato management system. The potato tubers produced under conventional and organic management contained 9.93 and 9.16 % of crude protein in dry matter, respectively. Pure protein content was significantly influenced by variety. The affect of crop management on the pure protein content was not statistically signifiant. However, slightly higher content of pure protein was evaluated in dry matter of potato tuber produced under convetional than under organic crop management resulting in average value of 4.23 and 3.86 %, respectively. Representation of pure protein in total content of nitrogen matters was significantly influenced by variety and a year of growing. Complex of patatin proteins (40-45 kDa) was detected for all of the evaluated potato varieties and variants of the field experiment. Higher number of patatin isoforms (with rather physiological function) was investigated in potato tubers from organic crop management.

Key words: potatoes, nitrogen compounds, proteins, patatin, organic crop management, conventional crop management

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Veronice Bártové, Ph.D. za její rady, návrhy a všestrannou pomoc a odborné vedení při vypracování této diplomové práce.

Dále děkuji doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za odbornou pomoc při psaní diplomové práce a doc. Ing. Jiřímu Divišovi, Csc. za pomoc s realizováním pokusů v praktické části této práce.

Také bych rád poděkoval Bc. Adéle Staňkové za pomoc s praktickou částí diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „ Vliv ekologického a konvenčního systému pěstování brambor (*Solanum tuberosum* L.) na obsah bílkovin v hlízách“ vypracoval samostatně, pouze s použitím 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, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 25. dubna 2010

.....  
Tomáš Míčka

## **OBSAH**

<b>1. Úvod .....</b>	<b>7-8</b>
<b>2. Literární přehled .....</b>	<b>9-29</b>
2.1. Ekologické zemědělství.....	9
2.1.1. Obecné principy a legislativa ekologického zemědělství.....	9
2.1.2. Ekologické zemědělství v ČR a EU.....	11
2.2. Pěstování bramboru ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) – ekologický versus konvenční systém.....	13
2.3. Kvalita hlíz bramboru a její ovlivnění pěstitelským systémem.....	15
2.3.1. Chemické složení hlíz bramboru .....	16
2.3.2. Dusíkaté látky hlíz brambor a jejich ovlivnění pěstitelským systémem.....	21
2.3.3.1. Bílkoviny hlíz bramboru.....	23
2.3.3.2. Faktory ovlivňující kvalitu a kvantitu hlízových bílkovin brambor.....	27
<b>3. Cíl práce.....</b>	<b>29</b>
<b>4. Materiál a metody.....</b>	<b>30-36</b>
4.1. Polní experiment a rostlinný materiál .....	30
4.2. Metodika laboratorních analýz.....	32
4.2.1. Analýza obsahu celkového dusíku.....	32
4.2.2. Analýza obsahu čistých bílkovin.....	33
4.2.3. Analýza hlízových bílkovin pomocí techniky SDS-PAGE.....	34
4.2.4. Statistické vyhodnocení dat.....	36
<b>5. Výsledky.....</b>	<b>37-57</b>
5.1. Studium vlivu způsobu pěstování a dalších faktorů na obsah sledovaných kvalitativních znaků hlíz bramboru.....	37
5.2. Vliv jednotlivých faktorů na hodnocené výnosové prvky.....	43
5.3. Hodnocení korelačních vztahů mezi jednotlivými parametry.....	46
5.4. Hodnocení zastoupení patatinových bílkovin z SDS-PAGE profilů.....	52
<b>6. Přílohy.....</b>	<b>58-64</b>
<b>7. Diskuse.....</b>	<b>65-68</b>
<b>8. Závěr.....</b>	<b>69-72</b>
<b>9. Literatura.....</b>	<b>73-77</b>

## 1. ÚVOD

Brambor (*Solanum tuberosum L.*) představuje významnou potravinovou plodinu v mnoha zemích, kde se poptávka po ekologických produktech postupně zvyšuje. Pro produkci ekologických brambor jsou často uváděny argumenty jako nižší obsah kontaminantů, lepší chuťové vlastnosti, nižší náchylnost k mechanickému poškození a lepší stabilita při skladování. Pěstování brambor v systému ekologického zemědělství klade na pěstitele značné nároky, kdy dobrých výsledků lze dosáhnout při optimalizaci a správné inovaci pěstitelské technologie brambor pro podmínky ekologického zemědělství. Brambory z ekologického systému pěstování musí splnit stejná kritéria vnější a vnitřní kvality, jaká jsou pro brambory z konvenčního pěstování.

Dusíkaté látky obsažené v bramborové hlíze představují jeden z nejvýznamnějších komplexů sloučenin spoluvytvářející nutriční a kalorickou hodnotu bramborové hlízy a zaujímají 2 % obsahu v původní hmotě. Nejdůležitějšími dusíkatými látkami jsou bílkoviny, které z celkového obsahu dusíkatých látek tvoří 1/3 – 1/2. Bramborová bílkovina patří mezi nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu vůbec a její vysoká hodnota je dána významným obsahem esenciálních aminokyselin. Bílkoviny brambor jsou klasifikovány do tří hlavních skupin: patatin neboli patatinový komplex či rodina patatinových bílkovin, bramborové inhibitory proteas a ostatní bílkoviny (hlavně bílkoviny s enzymatickou účastí na syntéze škrobu). Patatin či patatinový komplex tvoří 20–40 % rozpustných bílkovin bramborových hlíz. Patatin je v hlízách bramboru považován za hlavní zásobní bílkovinu a má řadu dalších velice významných fyziologických funkcí (především z hlediska obranného systému hlíz brambor proti patogenům). Velice významná je také funkce patatinu jako antioxidantu, který je mezi antioxidačními látkami brambor druhý nejvýznamnější po askorbové kyselině.

Na obsah bílkovin a dalších dusíkatých látek, má významný vliv odrůda, prostředí a systém hospodaření. Především vlivem systému hospodaření se zabývá tato diplomová práce, která sleduje vliv ekologického a konvenčního systému pěstování brambor na obsah hrubých bílkovin, čistých bílkovin a zastoupení patatinových bílkovin v celkových bílkovinách produkovaných hlíz brambor. Konvenční způsob pěstování brambor díky hnojení minerálním dusíkem, který se v ekologickém způsobu pěstování neprovádí, zvyšuje podle mnohých autorů (Diviš & Bárta (2005), Hamouz et al. (2005) a Prugar & Zrůst (2000) obsah celkových bílkovin a dusičnanů. Se vzrůstajícím dusíkatým hnojením v konvenčním způsobu pěstování sice vzrůstá obsah bílkovin, ale klesá jejich biologická hodnota a snižuje se relativní

zastoupení esenciálních aminokyselin, což potvrzují autoři Maggio et al., (2008) a Bárta & Bártová, (2007). Ekologické pěstování brambor využívá k vyššímu obsahu bílkovin s vysokou biologickou hodnotou, optimálním zastoupením esenciálních aminokyselin a nízkým obsahem dusičnanů správné agrotechnické postupy, vhodně zvolené předplodiny, vhodný výběr odrůdy a prostředí.



## **2. LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2.1. Ekologické zemědělství**

Během několika posledních desetiletí, spotřebitelská poptávka po zdravějších potravinách a politika vlád zaměřená na životní prostředí a udržitelné zemědělské systémy, podporuje i rychlý rozvoj organického neboli ekologického zemědělství (Hansen et al., 2001, Van Diepeningen et al., 2006). Z agronomického pohledu, je úspěch ekologického pěstitelského systému z velké části závislý na environmentálních faktorech. Z tohoto důvodu představuje optimalizace ekologického pěstitelského systému pro konkrétní prostředí stěžejní cíl vedoucí k ekonomické udržitelnosti ekologické produkce (Maggio et al., 2008).

#### **2.1.1. Obecné principy a legislativa ekologického zemědělství**

Podle Evropské komise ekologické zemědělství představuje zemědělský systém, který se snaží poskytovat spotřebitelům zdravé, čerstvé a chutné potraviny, a přitom respektovat přírodní cykly. Těchto cílů ekologické zemědělství dosahuje na základě řady pravidel, principů a běžných postupů, které jsou zaměřeny na minimalizaci negativního působení člověka na životní prostředí, a které zajišťují, že tento zemědělský systém funguje maximálně přirozeně (European Commission, 2010a). Mezinárodní federace hnutí ekologických zemědělců (IFOAM) definuje ekologické zemědělství jako zemědělský produkční systém, který zachovává zdraví půd, ekosystémů a lidí. Místo využívání vstupů s nepříznivými dopady, spoléhá na ekologické postupy, rozmanitost a koloběhy přizpůsobené místním podmínkám (IFOAM, 2010). Definice podle českého zákona č. 242 z roku 2000 uvádí: Ekologickým zemědělstvím se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamožují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat (Urban & Šarapatka, 2003). Ekologické zemědělství spojuje tradice, inovace a vědecký výzkum s cílem prospívat společnému prostředí a podporovat spravedlivé vztahy a dobrou kvalitu života všech zúčastněných (IFOAM, 2010).

Typické postupy ekologického zemědělství zahrnují (European Commission, 2010a; Lehesranta et al., 2007):

- střídání plodin jako nezbytný předpoklad účinného využívání místních zdrojů
- přísné limity pro používání syntetických pesticidů a hnojiv a antibiotik u hospodářských zvířat, potravinových aditiv a pomocných látek při zpracování a používání jiných podobných vstupů
- zákaz používání geneticky modifikovaných organismů
- využívání místních zdrojů např. statkových hnojiv nebo krmiv vyprodukovaných přímo na farmě
- výběr rostlinných a živočišných druhů rezistentních k chorobám a přizpůsobených místním podmínkám
- používání chovatelských postupů odpovídajících různým druhům hospodářských zvířat a pěstitelských postupů odpovídajících různým druhům zemědělských plodin.

Evropská rada ministrů zemědělství se v roce 2007 dohodla na novém nařízení rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů. Záměrem tohoto právního rámce je nastavení nového směru, jakým by se pokračující rozvoj ekologického zemědělství měl ubírat. Cílem jsou udržitelné kulivační systémy a různorodost vysoce kvalitních výrobků. V rámci tohoto procesu bude v budoucnu kladen ještě větší důraz na ochranu životního prostředí, biodiverzitu a vysoký stupeň ochrany zvířat (European Commission, 2010b).

Kromě nového nařízení Rady byla v roce 2008 přijata dvě nařízení Komise upravující ekologickou produkci, dovoz a distribuci ekologických výrobků a jejich označování. Nařízení Komise (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro produkci, označování a kontrolu ekologických produktů. Tímto nařízením jsou upraveny všechny úrovně rostlinné a živočišné výroby počínaje obděláváním půdy a chovem zvířat až po zpracování a distribuci ekologických potravin a jejich kontrolu a Nařízení Komise (ES) č. 1235/2008 z 8. srpna 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro dovoz ekologických produktů z třetích zemí (European Commission, 2010b).

V české legislativě jsou principy ekologického zemědělství dány zákonem č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 320/2002 Sb. a zákonem č. 553/2005 Sb. Tento zákon upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis

EU podmínky hospodaření v ekologickém zemědělství a k němu se vztahující osvědčování a označování bioproduktů, biopotravin a ostatních bioproduktů, a dále výkon kontroly a dozoru nad dodržováním povinností s tím spojených (KEZ, 2010).

V systému kontroly ekologického zemědělství dochází od 1.1. 2010 k rozdělení kompetencí. Soukromé kontrolní subjekty KEZ o.p.s., ABCert AG a Biokont, s.r.o. budou zajišťovat kontrolní činnosti spojené s vydáním osvědčení o původu bioproduktu, biopotravin nebo ostatního bioproduktu, zatímco Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) byl pověřen prováděním úředních kontrol v ekologickém zemědělství (ÚKZUZ, 2010).

V České republice platí zákonné ustanovení o povinném označování certifikovaných produktů/výrobků ekologického zemědělství značkou BIO (KEZ, 2010). Ekologické produkty ze země Evropské unie jsou označovány logem EU. V současné době je označování produktů logem EU pro ekologickou produkci pro ekologické výrobce dobrovolné. Od 1.7. 2010 však bude používání loga povinné. Výhodou loga EU pro ekologickou produkci je, že spotřebitelé všech členských států mohou ekologické produkty rozpoznat mnohem snadněji bez ohledu na jejich původ (European Commission, 2010b).

### 2.1.2. Ekologické zemědělství v ČR a EU

Rozvoj ekologického zemědělství v České republice dokazují data statistického šetření Ústavu zemědělské ekonomiky a informací (ÚZEI) na ekologických farmách za rok 2008 (Darmovzalová & Koutná, 2008). Celková výměra půdy v ekologickém zemědělství (EZ) pro rok 2008 činila 320 308 ha zemědělské půdy, což představuje 7,51 % z celkové zemědělské půdy ČR. Nárůst výměry zemědělské půdy v EZ v roce 2008 byl o 7418 ha (o 14%) oproti roku 2007 (Darmovzalová & Koutná, 2008). Vývoj struktury půdního fondu v ekologickém zemědělství ČR uvádí (Tab.1.). Ekologická produkce brambor v ČR činila v roce 2006 1497,7 tun ekologických brambor a v roce 2007 2486,5 (t) (Ministerstvo zemědělství ČR, 2008b).

Za dvě poslední desetiletí se plocha ekologicky obdělávané zemědělské půdy v Evropě rozšířila ze 100 000 ha na 7,7 mil. ha. Mezi lety 2005 až 2008 došlo k nárůstu ekologických ploch o 21%. Ekologicky obdělávaná plocha tvoří 4 % z celkové výměry zemědělské půdy v Evropské unii (Eurostat, 2010). Mezi členskými státy EU je však situace v ekologickém zemědělství velmi rozdílná (Tab. 2). V Rakousku, Dánsku, Finsku, Itálii a Švédsku je sektor ekologického zemědělství nejsilnější - provozuje se na 8-15 % veškeré zemědělské půdy těchto zemí. Rakousko má nejvyšší podíl ekologicky obdělávané plochy a to 15,7 % z celkově využívané zemědělské půdy. Itálie (12,9 %) spolu se Španělskem (17,0 %) a Německem

(11,7 %) představuje téměř 42 % z celkové ekologické plochy v EU-25 (Eurostat, 2010). V nových členských státech EU pokročil rozvoj ekologického zemědělství nejdále v České republice, kde podíl ekologicky obdělávané půdy tvoří 7,51 % (r. 2008) (Darmovzalová & Koutná, 2008).

**Tab.1:** Vývoj struktury půdního fondu v ekologickém zemědělství ČR (ha) (Ministerstvo zemědělství ČR, 2009a).

<i>Plocha</i>	<i>Výměra (rok 2008)</i>	<i>Výměra (rok 2009)</i>
<b>Orná půda</b>	35 178	44 906
<b>TTP</b>	281 596	329 232
<b>Trvalé kultury (sady)</b>	2 764	3 678
<b>Trvalé kultury (vinice)</b>	341	645
<b>Trvalé kultury (chmelnice)</b>	0	8
<b>Ostatní plochy</b>	21 753	19 890
<b>celkem</b>	341 632	398 407

V současné době je ekologické zemědělství a výroba biopotravin značně podporováno Ministerstvem zemědělství ČR a Evropskou komisí. Od roku 2007 je podpora Ekologického zemědělství zajišťována programovým dokumentem Program rozvoje venkova 2007 – 2013 (PRV), který nahradil Horizontální plán rozvoje venkova (HRDP) a „Operační program Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství“ (Čapounová & Dytrtová, 2007). Cílem je zlepšování konkurenceschopnosti ekologického zemědělství a podpora jeho dalšího rozvoje.

**Tab.2:** Plocha ekologického zemědělství (EZ) v (tis. ha) u jednotlivých členských zemí EU v letech 2005 a 2008 podle Eurostatu (Eurostat, 2010).

<i>Země EU</i>	<i>Plocha (EZ) (2005) v (tis. ha)</i>	<i>Plocha (EZ) (2008) v (tis. ha)</i>	<i>Nárůst (EZ) v letech 2008/2005 (%)</i>
<b>EU 27</b>	-	7 765	-
<b>EU 25</b>	6 115	7 608	20,6
<b>Belgie</b>	17	36	57,2
<b>Bulharsko</b>	-	17	-
<b>Česká republika</b>	255	320	25,6
<b>Dánsko</b>	134	150	11,9
<b>Německo</b>	807	908	12,4
<b>Estonsko</b>	44	87	46,2
<b>Irsko</b>	35	43	22,6
<b>Řecko</b>	288	318	10,1
<b>Španělsko</b>	807	1318	63,2
<b>Francie</b>	560	584	6,1
<b>Itálie</b>	1069	1002	-6,3
<b>Kypr</b>	2	2	-
<b>Lotyšsko</b>	118	162	36,3
<b>Litva</b>	64	122	89,3
<b>Lucembursko</b>	3	4	11,9
<b>Maďarsko</b>	128	123	-4,5
<b>Malta</b>	0	0	-
<b>Holandsko</b>	48	50	3,4
<b>Rakousko</b>	360	448	5,4
<b>Polsko</b>	82	314	94,4
<b>Portugalsko</b>	233	233	-
<b>Rumunsko</b>	-	140	-
<b>Slovinsko</b>	23	30	27,0
<b>Slovensko</b>	90	141	56,0
<b>Finsko</b>	147	150	1,9
<b>Švédsko</b>	222	336	51,0
<b>Spojené království</b>	609	726	19,3

## 2.2. Pěstování bramboru (*Solanum tuberosum* L.) – ekologický versus konvenční systém

Jednou z nejvýznamnějších plodin určených k výživě světové populace jsou (vedle pšenice, kukuřice a rýže) stolní brambory (*Solanum tuberosum* L.) (Bradshaw & Ramsay, 2009). Tato plodina je pěstována ve většině zemí mírného pásma a jejich světová produkce činí okolo 300 milionů tun ročně (Bradshaw & Ramsay, 2009; Hajšlová & Schulzová, 2006). Brambor (*Solanum tuberosum* L.), představuje hlavní potravinovou

plodinu v mnoha zemích, kde se poptávka po ekologických produktech postupně zvyšuje (Willer & Youssefi, 2007).

Pro rozšiřování ekologického pěstování a zvyšování výnosů je nutné objasnit a vyřešit specifické problémy spojené s produkcí brambor v systému ekologického zemědělství (Vokál et al., 2004). Dobrých výsledků lze dosáhnout při optimalizaci a správné inovaci pěstitelské technologie brambor pro podmínky ekologického zemědělství (Dvořák & Bicanová, 2007). Pěstování brambor v systému ekologického zemědělství klade na pěstitele značné požadavky a pěstitelé se musí, podobně jako u jiných plodin, vypořádat s absencí chemických přípravků na ochranu rostlin, syntetických hnojiv, dosažením přijatelného výnosu, dobré kvality hlíz a s nutností uplatňovat všechna opatření k vytvoření vyhovujících podmínek pro růst a vývoj rostlin (Vokál et al., 2004).

Tak jako v konvenčním pěstování, i u ekologického pěstování brambor má být dodržen správný osevní postup. Je doporučován 4 až 5 letý odstup brambor v osevním postupu (Vokál et al., 2004). Pozitivní vliv brambor v systému ekologického zemědělství lze spatřovat zejména v regulaci a snižování zaplevelení pozemků a v příznivém působení na půdu (Dvořák & Bicanová, 2007). Opakované pěstování brambor na téže pozemku může vést k zamoření ornice karanténními chorobami a škůdci (hád'átka bramborové, rakovina brambor), a také ke zvýšení tlaku běžně se vyskytujících chorob jako je plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*), vločkovitost hlíz (*Rhizoctonia solani*), obecná strupovitost (*Streptomyces scabies*) a dalších (Vokál et al., 2004). Vhodnými předplodinami pro brambory jsou jetel, vojtěška a víceleté trávy. Brambory jako předplodina zanechává půdu v dobrém kulturním stavu (dobré fyzikální vlastnosti půdy po intenzivní mechanické kultivaci) (Dvořák & Bicanová, 2007).

Volba odrůdy a kvalita její sadby je v systému ekologického zemědělství velmi významným prvkem, což potvrzuje i Diviš et al. (2004) v pokusech na biofarmách při porovnání uznané a farmářské sadby. Při výběru odrůdy mají v systému ekologického zemědělství přednost odrůdy s kratší vegetační dobou (odrůdy s rychlejším počátečním růstem, rychlejším nasazováním hlíz, s nižší náročností na výživu dusíkem a s vyšší odolností vůči chorobám) (Dvořák & Bicanová, 2007). Výběr odrůdy při pěstování brambor v ekologickém zemědělství má výsadní postavení, protože odrůda je nositelem sensorických vlastností, obsahu významných látek, skladovatelnosti, odolnosti k chorobám a je nositelem i znaků struktury vytvářeného výnosu (Diviš et al., 2004).

Příprava půdy je na podzim zajištěna podmínkou, která udržuje půdní vláhu, podporuje vzejití semenných plevelů (a umožňuje jejich následné zničení při dalších operacích) a ulehčuje zpracování půdy na podzim, kdy je dále provedena kvalitní orba (Dvořák

& Bicanová, 2007). Na jaře po oschnutí brázd následuje smykování, vláčení a kypření. Termín sázení záleží na vlhkosti půdy a teplotě půdy, která by měla být kolem 8°C (Dvořák & Bicanová, 2007). Ekologické pěstování brambor se liší od konvenčního pěstování v neaplikování chemické ochrany proti chorobám a škůdcům a neaplikováním průmyslových hnojiv (Hamouz et al., 2005).

Výživa rostlin v ekologickém zemědělství se proto opírá o pečlivě navržené rotace v osevním postupu, a to v ideálním případě zastoupením 25 % a více luskovin v rotaci, používání organických hnojiv, jako jsou pevná a kapalná živočišná hnojiva, komposty a zelené hnojení (Finckh et al., 2006). Tekutá statková hnojiva jsou obvykle pomalu uvolňována. Rychlost uvolňování živin, tak do značné míry závisí na půdní vlhkosti a teplotě (Van Dalden, 2001).

Ekologické produkty mají z hlediska technologické jakosti obvykle vyšší obsah sušiny (a tím i obsahy některých složek, např. vitamínů a minerálů) a jsou lépe skladovatelné (Urban & Šarapatka, 2003). Kvalita okopanin v ekologickém zemědělství je vyšší, ale za cenu snížení výnosů. Rozdíly ve výnosu brambor z hlediska pěstebního systému činí asi 30 % v neprospěch ekologického pěstování (Konvalina et al., 2007). Hajšlová et al. (2005) uvádí nižší výnos ekologických brambor až 50 %. Možné rozdíly u výnosu a kvalitativních parametrů mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými bramborami uvádí Tabulka 3.

**Tab.3:** Průměrné hodnoty kvalitativních parametrů a výnosů brambor pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem v pokusech VÚRV Praha 1994-1998 (Konvalina et al., 2007).

<i>Ukazatel</i>	<i>Ekologicky</i>	<i>Konvenčně</i>
<b>Sušina (%)</b>	21,5	22,3
<b>Škrobnatost (%)</b>	15,2	13,8
<b>Dusičnany NO<sub>3</sub> (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	150,4	233,1
<b>Výnos hlíz (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	35,6	47,6

### 2.3. Kvalita hlíz bramboru a její ovlivnění pěstitelským systémem

Brambory z ekologického systému pěstování musí splnit stejná kritéria vnější a vnitřní kvality, jaká jsou pro brambory z konvenčního pěstování (Prugar & Zrůst, 2000). Kvalita brambor je posuzována jako soubor znaků či kritérií, které jsou vyžadovány od hlíz určených ke konkrétnímu užití spotřebitelem (Bárta et al., 2008a). Vlastní kvalita je dělena na vnější a vnitřní. Mezi vnější kvalitativní znaky brambor jsou řazeny: velikost a tvar hlíz, vyrovnanost hlíz ve tvaru, barva a charakter slupky, hloubka oček, intenzita žlutého zabarvení dužiny, rozsah mechanického poškození, zelenání hlíz, hniloby, strupovitosti aj (Bárta et al., 2008a). Vnitřní kvalitu konzumních brambor tvoří nutriční a zpracovatelská hodnota, jejíž podstatou je chemické složení hlíz, především obsah škrobu, bílkovin, vitamínu C, steroidních

glykoalkaloidů, redukujících cukrů, dusičnanů, polyfenolových látek, karotenoidů, flavonoidů, anthokyanů a dalších (Bárta et al., 2008a). Nutriční hodnota je dána nejen obsahem jednotlivých látek v hlízách, ale také jejich využitelností ve stravě.

Většina hlavních znaků kvality je geneticky založena a odrůda je tak nositelem kvality (Prugar & Zrůst, 2000). Podmínky prostředí a zvolená pěstitelská technologie mohou geneticky fixovaný potenciál kvality různě modifikovat (Bárta et al., 2008a). Vnitřní kvalita hlíz se v obou systémech pěstování liší, v některých ukazatelích průkazně (Prugar & Zrůst, 2000). Ekologické pěstování brambor pozitivně ovlivňuje vnitřní kvalitu hlíz tzn. chemické složení s jednotlivými významnými látkami (Urban & Šarapatka, 2003).

### 2.3.1. Chemické složení hlíz bramboru

Jak bylo již výše uvedeno tzv. „vnitřní“ kvalita je determinována zejména chemickým složením hlíz (Bárta et al., 2008a). Chemické složení hlíz, tedy jejich vnitřní kvalita, je významně ovlivňováno pěstitelskou polohou, odrůdou, ročníkem a může i mezi plodinami stejné odrůdy v závislosti na lokalitě docházet k rozdílům (Lachman et al., 2005a; Zrůst, 2004).

Bramborová hlíza obsahuje značné množství vody, které zaujímá kolem 80 %. Voda se v buňkách hlíz vyskytuje ve formě volné a vázané. Volná voda představuje hlavní podíl tzv. hlízové vody, která je buněčnou šťávou vakuol obsahující značný podíl rozpustné sušiny kromě látek vázaných v buněčných strukturách (Bárta et al., 2008a). Voda vázaná, jejíž množství je značně proměnlivé, představuje množství spojené s hydratací buněčných koloidů (Bárta et al., 2008a).

Brambory průměrně obsahují kolem 20 % sušiny, z čehož připadá 18 % na sacharidy (zejména škrob) a 2 % na bílkoviny (Navarre et al., 2009). Obsah sušiny je závislý na mnoha faktorech, především na odrůdě, stupni vývoje hlízy, povětrnostních podmínkách a pěstitelské technologii (Bárta et al., 2008a). Základní kalorická hodnota sušiny je dána především sacharidickou složkou a dusíkatými látkami (Zrůst, 2004).



**Tab.4:** Chemické složení hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.) v čerstvé hmotě. Upraveno podle Bradshaw & Ramsay (2009).

<i>Složka</i>	<i>Obsah</i>
<b>Sušina</b>	15-28 %
<b>Škrob</b>	12,6-18,2 %
<b>Glukosa</b>	0,01-0,6 %
<b>Fruktosa</b>	0,01-0,6 %
<b>Sacharosa</b>	0,13-0,68 %
<b>Vláknina</b>	1-2 %
<b>Lipidy (tuk)</b>	0,075-0,2 %
<b>Bílkoviny</b>	0,6-2 %
<b>Asparagin</b>	110-529 mg/100g
<b>Glutamin</b>	23-409 mg/100g
<b>Prolin</b>	2-209 mg/100g
<b>Ostatní volné aminokyseliny</b>	0,2-117 mg/100g
<b>Polyfenoly</b>	123-441 mg/100g
<b>Karotenoidy</b>	0,05-2 mg/100g
<b>Tokoferol (vit. E)</b>	do 0,3 mg/100g
<b>Thiamin (vit. B<sub>1</sub>)</b>	0,02-0,2 mg/100g
<b>Riboflavin (vit. B<sub>2</sub>)</b>	0,01-0,07 mg/100g
<b>Vitamín B<sub>6</sub></b>	0,13-0,44 mg/100g
<b>Vitamín C</b>	8-54 mg/100g
<b>Vitamín E</b>	~0,1 mg/100g
<b>Kyselina listová</b>	0,01-0,03 mg/100g
<b>Dusík (celkový)</b>	0,2-0,4 %
<b>Draslík</b>	280-564 mg/100g
<b>Fosfor</b>	30-60 mg/100g
<b>Vápník</b>	5-18 mg/100g
<b>Hořčík</b>	14-18 mg/100g
<b>Železo</b>	0,4-1,6 mg/100g
<b>Zinek</b>	~0,3 mg/100g
<b>Glykoalkaloidy</b>	< 20 mg/100g

#### • Škrob a další významné sacharidy

Základní složkou sušiny je škrob (zásobní rostlinný polysacharid). Ten je v hlíze uložen ve formě škrobových zrn, která jsou tvořena amylosou a amylopektinem v poměru 1:4 a jejichž základní stavební jednotkou je D-glukosa (Bárta et al., 2008a). Bramborový škrob je pro lidský organismus stravitelný až po tepelné úpravě hlíz (300g brambor kryje 11% denní energetické spotřeby lidského organismu (Vokál et al., 2010). Škrob váže pevně až 10 % vody (voda volná), dalších 10-13 % vody (voda vázaná) a kromě vody jsou ve škrobu vázány další

sloučeniny, z nichž nejvýznamnější je kyselina fosforečná. Její obsah ve škrobu se pohybuje v rozmezí 0,08-0,25 % v sušině (1/5 celkového fosforu přijatého hlízou) (Zrůst, 2004).

K nejvýznamnějším sacharidům patří sacharosa, glukosa a fruktosa. Dále se zde vyskytují monosacharidy mannosy, xyloza, trichosarin rafinosa atd. (Zrůst, 2004). Jejich obsah se pohybuje v rozpětí: sacharosa 0,4–6,6 %, glukosa 0,15-1,5 % a fruktosa 0,15-1,5 % v původní hmotě (Storey, 2007). K dalším polysacharidům patří celulóza, hemicelulóza, pektiny a pentosany (Anonym, 2010). Celulóza je stavební složka stěny rostlinných buněk a představuje zhruba 10-20 % z celkových polysacharidů (mimo škrobu) (Zrůst, 2004).

### • **Antioxidanty**

Antioxidanty jsou přírodní látky s nutričními a významnými terapeutickými účinky, které mohou zachycovat radikály a blokovat nebo bránit oxidačním změnám látek v lidském těle a buňkách (Lachman et al., 2005b). Pomáhají zpomalovat ve značné míře atherosklerotické procesy, inhibují akumulaci cholesterolu v krevním séru a zvyšují rezistenci cévních stěn proti jejich lámavosti. Antioxidanty podle své chemické struktury mohou být rozděleny na polyfenoly (flavonoidy, anthokyaniny, fenolkarboxylové kyseliny a kumariny), karotenoidy (karoteny-prekursory vitamínu A a xanthofyly) a tokoferoly (vitamin E) (Lachman et al., 2005b). Silnou antioxidační aktivitu má také L-askorbová kyselina (vitamin C) (Zrůst, 2004) a selen (Hlušek et al., 2005). Jedním z nejvýznamnějších zdrojů antioxidantů v lidské výživě jsou bramborové hlízy (*Solanum tuberosum* L.). Bramborové hlízy jsou nejbohatší na polyfenoly (1226.4405 mg kg<sup>-1</sup>) a L-askorbovou kyselinu (170.990 mg kg<sup>-1</sup>), dále z ostatních látek typu antioxidantů jsou v bramborách zastoupeny karotenoidy (až 4 mg kg<sup>-1</sup>),  $\alpha$ -tokoferol (0,5.2,8 mg kg<sup>-1</sup>) a v menší míře selen (0,01 mg kg<sup>-1</sup>) (Lachman et al., 2005b). Obsah antioxidantů je ve značné míře ovlivněn odrůdou, agrotechnickými postupy pěstování a environmentálními faktory (Lachman et al., 2006). Významnou antioxidační aktivitu mají také bílkoviny patatinového komplexu o kterých je pojednáno v kapitole 2.2.2. bílkoviny hlíz bramboru.

### • **Vitamín C a další vitamíny hlíz brambor**

Vitamíny patří mezi faktory, které řadí brambory mezi potraviny zvláštního významu (Zrůst, 2004). Hlavními vitamíny jsou vitamín C (L-Askorbová kyselina) a vitamíny ze skupiny B: thiamin (vit. B1), riboflavin (vit. B2), nikotinamid (vit. B3 či vit. PP), pyridoxin (vit. B6), kyselina pantothenová (vit. B5) a dále také tokoferol (vit. E) a vitamín K (Zrůst, 2004). Nejvýznamnějším je u brambor vitamín C, protože brambory představují důležitý zdroj

tohoto vitamínu z hlediska krytí celkové potřeby organismu. Vitamín C z brambor pokrývá kolem 40 % doporučené denní dávky (Storey, 2007). Obsah vitamínu C v hlízách se pohybuje v rozpětí 10-25 mg/100g čerstvé hmoty (Storey, 2007). Během vegetace se obsah vitamínu C zvyšuje a klesá po uskladnění čerstvě sklizených hlíz (Zrůst, 2004). Variabilita obsahu vitamínu C je nejvíce ovlivněna odrůdou a ročníkem (Diviš & Bárta, 2005). Vyšší obsah kyseliny askorbové u ekologicky pěstovaných brambor uvádí Prugar & Zrůst (2000) a Hajšlová et al. (2005).

### **• Polyfenoly**

Hlízy brambor obsahují sekundární metabolity-polyfenolické sloučeniny, které jsou významnými antioxidanty Bárta et al. (2008a). Jsou také substráty reakcí enzymového hnědnutí bramborových hlíz, objevujícího se při jejich loupání a krájení a které je umožněno působením polyfenoloxidas (Lachman et al., 2005b). Z těchto látek nejvíce zastoupenou sloučeninou je v bramborových hlízách aminokyselina L-tyrosin ( $770-3900 \text{ mg kg}^{-1}$ ) a dále to jsou kávová kyselina ( $280 \text{ mg kg}^{-1}$ ), skopolin ( $98 \text{ mg kg}^{-1}$ ), chlorogenová kyselina ( $22-71 \text{ mg kg}^{-1}$ ), ferulová kyselina ( $28 \text{ mg kg}^{-1}$ ) a kryptochlorogenová kyselina ( $11 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Zrůst, 2004).

### **Chlorogenová kyselina**

Obsah chlorogenové kyseliny hraje významnou roli v antioxidantním potenciálu hlíz, což však nebylo potvrzeno pro volnou aminokyselinu L-tyrosin (Lachman et al., 2006). Diviš & Bárta (2006) ve své práci uvádějí, že obsah kyseliny chlorogenové byl ve většině případů zvýšený v hlízách z ekologického pěstování, což také potvrzuje Hajšlová et al. (2005). Její vyšší obsah u ekologicky pěstovaných brambor (bez chemické ochrany) může souviset s obrannou rolí polyfenolů proti škodlivým činitelům (mikroorganismy, škůdci) (Zrůst, 2004). Obsah kyseliny chlorogenové byl výrazně ovlivněn odrůdou a ročníkem (Diviš & Bárta, 2006).

### **Anthokyanová barviva**

Velice významnými antioxidanty jsou anthokyaniny resp. anthokyanová barviva. Důležitou vlastností těchto barviv je, že představují účinné antioxidanty, jejich denní příjem je odhadován na 180 mg na osobu (Lachman et al., 2005b). Jsou hlavně obsaženy v červeně a modře zbarvených odrůdách brambor ve slupkách a dužnině bramborových hlíz a chrání lidský organismus proti oxidantům, volným radikálům a vyšším hladinám LDL cholesterolu (Zrůst, 2004). Zbarvené brambory vykazují dvakrát až třikrát vyšší antioxidantní potenciál ve srovnání s bramborami s bílou dužninou (Zrůst, 2004).

### • Karotenoidy

Karotenoidy jako významné antioxidanty brambor jsou v bramborových hlízách zastoupeny průměrně v množství 4 mg kg<sup>-1</sup> (Zrůst, 2004). Jde o lipofilní sloučeniny syntetizované v plastidech z izoprenoidů (Navarre et al., 2009). Nejvíce zastoupené karotenoidy jsou lutein (0,12-0,60 mg kg<sup>-1</sup>), zeaxanthin (0,04-0,60 mg kg<sup>-1</sup>) a β-karoten (0,01-0,40 mg kg<sup>-1</sup>) (Lachman et al., 2005b). Jejich obsah přímo koreluje s vyšší intenzitou žlutého zbarvení hlíz (Storey, 2007; Bárta et al., 2008a). Celkový obsah karotenoidů je značně závislý na odrůdě a ročníku (polorané odrůdy jsou více závislé na klimatických podmínkách ve srovnání s ranými odrůdami) (Zrůst, 2004).

### • Minerální látky

Minerální látky představují komplex mnoha prvků a jsou podobně jako ostatní látky v hlíze nerovnoměrně rozloženy (Zrůst, 2004). Některé minerální látky jsou esenciálními katalyzátory metabolismu v rostlině. Minerální látky v hlízách brambor jsou obecně klasifikovány na hlavní minerální látky (stopové prvky) jako vápník(Ca), draslík(K), hořčík(Mg), sodík(Na), fosfor(P) a mikroelementů bor(B), molybden (Mo), měď(Cu), (Fe), mangan(Mn), zinek(Zn), selen(Se) a jod(I) (Navarre et al., 2009). Kärenlampi & White (2009) uvádí, že 200 g čerstvé hmoty může poskytnout okolo 26 % Mědi(Cu), 17-18 % draslíku(K), fosforu(P), železa(Fe) a mezi 5-13 % zinku(Zn), hořčíku(Mg) a manganu(Mn). Hajšlová et al. (2005) uvádí zvýšený obsah mědi (Cu) a niklu (Ni) u ekologicky pěstovaných brambor. Velice významným stopovým prvkem u brambor je selen (Se), který má v lidském organismu mnohostranný význam a hraje důležitou roli v ochraně před oxidativním poškozením buněk a tkání a jeho deficit může být příčinou závažných změn v metabolismu (např. regulace hormonů štítné žlázy, srdečně cévní choroby, nádorová onemocnění) (Hlušek et al., 2005). Hledají se možnosti zvýšení jeho obsahu v hlízách brambor přidáváním do půdy a formou foliární aplikace, kdy jeho zvýšený obsah v hlízách by přispěl ke zlepšení nutriční hodnoty hlíz brambor a zvýšení zájmu spotřebitelů (Hlušek et al., 2005).

### • Glykoalkaloidy

Glykoalkaloidy, jsou také nazývány steroidními glykoalkaloidy (SGA). Hlavními glykoalkaloidy v hlízách brambor jsou α-chaconin a α-solanin, které představují asi 95 % celkových glykoalkaloidů (Bárta et al., 2008a; Zrůst, 2003a). Vedle α-formy těchto sloučenin, se ještě vyskytují β- a γ- formy lišící se počtem vázaných molekul sacharidů (Diviš & Bárta,

2006). Obsah steroidních glykoalkaloidů je ovlivněn odrůdou, stupněm zralosti, teplotou, přístupem vzduchu a tepla, agrotechnickými zásahy a v průběhu skladování dochází k nárůstu jejich obsahu (Diviš, 2007). Diviš & Bárta (2006) uvádějí, že obsah glykoalkaloidů v hlízách brambor závisí především na odrůdě. Steroidní glykoalkaloidy jsou součástí ochranných mechanismů rostliny proti chorobám a škůdcům a vyskytují se ve všech jejích částech, avšak ve výrazně odlišných hladinách (Hajšlová & Schulzová, 2006; Zrůst, 2003a). U člověka může jejich vyšší koncentrace působit na nervovou soustavu a inhibicí acetylcholinesterázy, porušují funkci membrán a tím ovlivňují činnost trávicího systému a celkový metabolismus (Zrůst, 2004). Limitní hodnota obsahu glykoalkaloidů v hlízách brambor, stanovená vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č.289, je 200 mg v 1kg čerstvé hmoty (Diviš, 2007). Hajšlová et al. (2005) uvádí mírně zvýšený obsah glykoalkaloidů u ekologicky pěstovaných brambor, což zřejmě souvisí se zvýšenou obrannou aktivitou proti patogenům u ekologicky pěstovaných brambor.

### 2.3.2. Dusíkaté látky hlíz brambor a jejich ovlivnění pěstitelským systémem

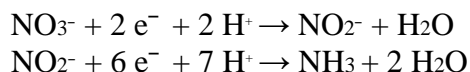
Dusíkaté látky obsažené v bramborové hlíze představují komplex sloučenin (Zrůst, 2004). Obsah dusíkatých látek je vyjadřován v čerstvé hmotě hlíz nebo v sušině hlíz (Bárta & Bártová, 2007). Obvykle je uváděna střední hodnota obsahu dusíkatých látek v čerstvé hmotě hlíz cca 2 %, což představuje přibližně 10 % v sušině (Bárta & Čurn, 2004). Komplex dusíkatých látek je tvořen mnoha sloučeninami (Zrůst, 2004). Dusíkaté látky hlíz bramboru jsou nejčastěji děleny na látky bílkovinné a nebílkovinné povahy (Bárta, 2002a). Dusíkaté látky tvoří bílkoviny, aminokyseliny, amidy a anorganické sloučeniny z nichž nejdůležitější jsou bílkoviny, které z celkového obsahu dusíkatých látek tvoří 1/3 – 1/2 (Bárta & Bártová, 2007). Pro jednotlivé složky dusíkatých látek jsou uváděny následující relativní obsahy v bramborové hlíze: 50 % bílkoviny (tzv. čistá bílkovina), 15 % volné aminokyseliny, 23 % amidy a 12 % ostatní dusíkaté látky (např. glykoalkaloidy, adenin, guanin, hypoxanthin, trigonelin, xanthin, sekundární metabolity acetylcholin, narkotin) (Bárta & Bártová, 2007). Čistá bílkovina patří mezi nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu vůbec a svou biologickou hodnotou se blíží vaječné bílkovině (Vokál et al., 2010).

**Tab.5:** Rozdělení a průměrné hodnoty dusíkatých látek v hlízách bramboru. Upraveno podle Zrůst (2004) a Bárta (2002a).

<i>N-frakce</i>	<i>% celkového dusíku</i>
<b>Bílkovinný dusík</b>	<b>50 – 60 %</b>
<b>Nebílkovinný dusík</b>	<b>40 – 50 %</b>
<i>1. Amidický dusík</i>	<b>23 %</b>
a, asparagín	13 %
b, glutamin	10 %
<i>2. Volné aminokyseliny</i>	<b>15 %</b>
<i>3. Ostatní dusíkaté látky</i>	<b>12 %</b>
a, basický dusík	8 %
b, anorganický dusík	4 % (dusičnanový, dusitanový, amoniakální)

Jako většina ostatních látek nejsou ani dusíkaté látky v hlíze rozmístěny zcela rovnoměrně (Bárta & Bártová, 2007). Největší lokalizace dusíkatých látek je v oblasti slupky a srdéčka (Bárta & Bártová, 2007) a Zrůst (2004) uvádí zastoupení dusíkatých látek ve slupce na úrovni 5,88 %, v korové vrstvě 33,01 %, ve vnější dužnině 35,39 % a ve vnitřní dužnině 25,67 %. Obsah dusíkatých látek a jejich jednotlivých složek se v hlízách mění v průběhu vegetace a souvisí s velikostí hlíz a délkou vegetační doby (Bárta & Bártová, 2007).

Při nadměrné nabídce dusíku v půdě ho rostliny nestačí spotřebovat v mechanismu svého metabolismu (tj. využít na tvorbu aminokyselin s následnou syntézou bílkovin a dochází v nich k jeho hromadění především ve formě dusičnanů) a rostlina tak nedokáže zredukovat přijímané dusičnany do asimilovatelné amoniakální formy (Zrůst, 2003b). Dusík je přijímán rostlinou ve formě  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$  (Vokál et al., 2000). Dříve než může být nitrát metabolizován, je třeba jej redukovat na  $\text{NH}_3^-$  (Bárta, 2002b). Tato redukce nitrátů se sestává ze dvou etap, z redukce  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$ , kterou katalyzuje enzym nitrátoreduktáza a z další redukce  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NH}_3$ , kterou katalyzuje nitritoreduktáza (Zrůst, 2003b).



Druhou formou příjmu dusíku rostlinami je amonný kationt ( $\text{NH}_4^+$ ), který je poměrně snadno rostlinou přijímán (Zrůst, 2003b). Obsah dusičnanů v bramborách není vysoký, představuje zhruba 4 % celkového dusíku, ale svým dopadem v potravinářské sféře je významný (Bárta & Bártová, 2007). Dusičnanový iont je v redukčním prostředí zažívacího traktu substrátem pro tvorbu dusitanů (nitritů), které jsou nebezpečné pro zdraví konzumenta (Bárta, 2002b). Dusitany jsou schopné vázat se na hemoglobin –  $\text{Fe}^{2+}$  se zoxiduje na  $\text{Fe}^{3+}$  a vzniká methemoglobin, který není schopen vázat kyslík (Bárta, 2002b). Dále při reakci dusitanů

se sekundárními aminy vznikají nitrosaminy u kterých byla prokázána karcinogenita (Diviš & Bárta, 2005). Příjem dusíku rostlinou je ovlivňován dusíkatým hnojením (zvláště vyššími dávkami), odrudou (významná je délka vegetační doby), prostředím (úrodnost půdy, půdněklimatické podmínky, ročníkové vlivy) a skladováním (v průběhu skladování se obsah dusičnanů snižuje) (Zrůst, 2003b). Podle Zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách, je nejvyšší přípustné množství dusičnanů  $300\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  původní hmoty (Diviš & Bárta, 2005). V ekologickém pěstování brambor je dosahován nižší obsah dusičnanů (Diviš & Bárta, 2005), což potvrzují ve své práci i Hamouz et al. (2005), Prugar & Zrůst (2000) a Hajšlová et al. (2005). Variabilita dusičnanů je nejvíce ovlivněn ročníkem (Diviš & Bárta, 2005). Ke kumulaci dusičnanů dochází v důsledku nadměrného hnojení organickými a průmyslovými hnojivy, vlivem odrůdy a ročníku (Diviš & Bárta, 2005).

Volné aminokyseliny jsou v hlíze brambor zastoupeny především dvaceti běžnými aminokyselinami, z nichž převažují kyselina glutamová a asparagová (Bárta & Bártová, 2007). Volné aminokyseliny ovlivňují metabolismus dusíku v bramborách a mají velký význam pro chuť brambor (Zrůst, 2004). K významným volným aminokyselinám kromě argininu, lysinu a histidinu patří řada bazických sloučenin, jako adenin, guanin, xanthin apod. (Bárta & Bártová, 2007). Podíly jednotlivých aminokyselin se mohou v závislosti na odrůdě, podmínkách pěstování a době skladování měnit (Zrůst, 2004). Významnou složkou z hlediska celkového metabolismu dusíkatých látek jsou amidy glutaminu a asparaginu, které představují rezervu dusíku, v nichž se absorbovaný dusík v hlíze kumuluje (Bárta & Bártová, 2007).

#### 2.3.3.1. Bílkoviny hlíz bramboru

Bílkoviny jsou nejdůležitějším podílem komplexu dusíkatých látek hlíz bramboru a jejich obsah je přibližně 50 % z celkového obsahu dusíkatých látek (Zrůst, 2004). V absolutních hodnotách je uváděn obsah bílkovin okolo  $15\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Bárta & Bártová, 2007). Bílkovina hlíz bramboru není chemicky homogenní složkou. Dříve bylo uváděno, že je tvořena ze 70 % globulinem (tuberin) a ze 30 % albuminem (tuberinin), ale dnes se dělí do podstatně většího množství frakcí (Zrůst, 2004). Klasifikace bílkovinných frakcí je nejčastěji prováděna elektroforetickými technikami (PAGE, SGE, IEF, 2D-PAGE) (Bárta & Bártová, 2007). Podle molekulové hmotnosti jsou bílkoviny klasifikovány do tří hlavních skupin: patatin neboli patatinový komplex či rodina patatinových bílkovin, bramborové inhibitory proteas a ostatní bílkoviny-hlavně bílkoviny s enzymatickou účastí na syntéze

škrobu (Bárta & Čurn, 2004). Vysoká hodnota bramborové bílkoviny je dána obsahem esenciálních aminokyselin (tj. takových, které není lidský organismus schopen syntetizovat a musí být proto dodávány ve stravě) (Zrůst, 2004). Velký význam má například na rostlinné bílkoviny poměrně vysoký obsah lysinu (Bárta & Bártoová, 2007). Krytí denní dávky těchto aminokyselin bramborami na základě indexu ESS (který představuje číselný vztah zkoušené bílkoviny brambor k bílkovině vaječné s indexem = 100) je index bramborové bílkoviny v průměru kolem 72 % bílkoviny vaječné (Zrůst, 2004).

**Tab.6:** Aminokyselinové složení bílkovin bramborových hlíz (Storey, 2007).

<i>Aminokyselina</i>	<i>rozsah (%)</i>	<i>Aminokyselina</i>	<i>rozsah (%)</i>
<b>Alanin</b>	4,62-5,32	<b>Lysin</b>	6,70-10,1
<b>Arginin</b>	4,74-5,70	<b>Methionin</b>	1,20-2,15
<b>Kys. asparagová</b>	11,9-13,9	<b>Fenylalanin</b>	4,80-6,53
<b>Cystein</b>	0,20-1,25	<b>Prolin</b>	4,70-4,83
<b>Kys. glutamová</b>	10,2-11,8	<b>Serin</b>	4,90-5,92
<b>Glycin</b>	4,30-6,05	<b>Threonin</b>	4,60-6,50
<b>Histidin</b>	2,10-2,50	<b>Tryptofan</b>	0,30-1,85
<b>Isoleucin</b>	3,73-5,80	<b>Tyrosin</b>	4,50-5,68
<b>Leucin</b>	9,70-10,3	<b>Valin</b>	4,88-7,40

Největší podíl bílkovin hlíz představují patatin a inhibitory proteas (Bárta & Bártoová, 2007). Obě tyto složky jsou považovány za zásobní bílkoviny hlíz, ale na rozdíl od typických zásobních bílkovin rostlin disponují významnými biologickými aktivitami, které jsou spojené s obranným systémem rostliny a zejména patatin nabízí díky svým enzymovým a fyzikálněchemickým vlastnostem uplatnění v biotechnologiích a v potravinářství (Bárta & Čurn, 2004). Genotypový polymorfismus hlízových bílkovin v podobě elektroforetických spekter nativních bílkovin a isoenzymů je využíván pro identifikaci odrůd brambor a při ověřování jejich pravosti v rámci obchodování s bramborami (Bárta & Čurn, 2004).

#### • Patatin, bílkoviny patatinového komplexu

Glykoprotein patatin tvoří 20–40 % rozpustných bílkovin bramborových hlíz (Bárta, 2002a). V nativní formě je považován za dimer s přibližnou molekulovou hmotností 80 kDa (Bárta & Čurn, 2004). Aminokyselinová sekvence monomeru čítá 366 aminokyselin (Bárta & Bártoová, 2007). Pozitivně a negativně nabitě postranní zbytky jsou náhodně rozloženy po celé sekvenci, stejně tak jsou v makromolekule přítomné jak oblasti  $\alpha$ -helikální (33 %), tak oblasti s  $\beta$ -řetězcovou strukturou (Bárta & Čurn, 2004). Navázání sacharidové části



(asi 4 % relativní hmotnosti makromolekuly) na bílkovinnou část patatinu je uskutečněno prostřednictvím dvou zbytků asparaginu (v pozicích 60. a 90. aminokyseliny od N-konce řetězce) (Bárta & Bártová, 2007). Isoformy patatinu jsou monomery velké kolem 40-45 kDa (Kärenlampi & White, 2009). Jednotlivé isoformy jsou nábojově heterogenní a v patatinové oblasti může být zjištěn při elektroforetické separaci rozdílný počet pruhů (Bárta & Čurn, 2004). Existuje až 15 imunologicky identických glykoproteinových isoform patatinu, rozdělených do čtyř skupin: A (zaujímá 62 %), B (26 %), C (5 %) a D (7 %) (Bárta & Bártová, 2007). Příčinou existence těchto imunologicky identických isoform patatinového komplexu je odlišná míra glykosylace a možné bodové mutace v primární struktuře bílkovin (změna v sekvenci aminokyselin) (Bárta & Čurn, 2004). Z hlediska genové exprese existují dvě třídy genů kódujících patatinové bílkoviny (Bárta & Bártová, 2008). Multigenová rodina třídy I je exprimována výhradně v hlízách (v 50-100krát vyšších hladinách), zatímco multigenová rodina třídy II je exprimována v nízkých hladinách v celé rostlině (Bárta & Bártová, 2007).

Patatin je v hlízách bramboru považován za hlavní zásobní bílkovinu a je uložen ve vakuolách parenchymu (Bárta & Čurn, 2004). Úloha zásobní bílkoviny není jediná fyziologická role patatinu (Bárta & Bártová, 2008).

*Enzymová aktivita patatinových bílkovin a jejich fyziologická funkce:*

- Aktivita nespecifické lipid acyl hydrolasy (LAH aktivita: EC 3.1.1.)

U tohoto enzymu byla zjištěna vysoká afinita k substrátům jako jsou fosfolipidy, monoacylglyceroly a galaktolipidy (Bárta & Čurn, 2004). Lipid acyl hydrolasa (LAH) je významnou z hlediska obranného systému hlízy proti škodlivým organismům, kdy má za následek tvorbu ve vodě nerozpustných vosků (ty brání pronikání a šíření patogena v rostlině) a přímo inhibuje narušení integrity buněčných stěn (Bárta & Bártová, 2007).

- Aktivita cytosolové fosfolipasy A<sub>2</sub> a A<sub>1</sub> (PLA<sub>2</sub>, PLA<sub>1</sub> aktivita EC 3.1.1.4)

Aktivita fosfolipasy A<sub>2</sub> je mnohem vyšší a tento lipolytický enzym, který katalyzuje hydrolýzu esterové vazby mastných kyselin, je významný z hlediska navození rezistentní reakce v bramborových buňkách proti houbovým patogenům (Bárta & Bártová, 2007). Fyziologická funkce rostlinných fosfolipas je ve schopnosti odštěpovat z membránových fosfolipidů nenasycené mastné kyseliny, které následně slouží jako signální látky vedoucí k expresi obranných genů (Bárta & Čurn, 2004).

- Aktivita  $\beta$ -1,2-xylosidasy (EC 3.2.1.37)

Význam  $\beta$ -1,2-xylosidasy získané z hlíz brambor je, že většina komerčně dostupných xylosidas nevykazuje optimální čistotu, rozsah aktivity a jsou obtížně dostupné a xylosidasa z hlíz brambor je velice vhodná pro případné komerční použití při studiu N-glykanů (uvolňuje z N-glykanů xylosidové molekuly) a v řadě imunologických studií (Bárta & Bártová, 2007).

- Aktivita kyselý  $\beta$ -1,3-glukanasy (GLU-40, EC 3.2.1.39)

Rostlinné enzymy s glukanasovou aktivitou jsou řazeny mezi tzv. *pathogenesis related* (PR bílkoviny), jejichž výskyt je spojen s obranou rostliny vůči napadení a šíření patogenních organismů (Bárta & Čurn, 2004).  $\beta$ -1,3-glukanasa je chitinasa (buněčné stěny hub jsou z chitinu) a je schopná vázat se na buněčné stěny hub a degradovat je (Bárta & Bártová, 2008). Významná je také antioxidační aktivita patatinu (Kärenlampi & White, 2009), který je mezi antioxidačními látkami brambor druhý nejvýznamnější (po kyselině askorbové-vit. C) (Bárta & Čurn, 2004).

Možnosti průmyslového využití specifických vlastností bílkovin patatinového komplexu jsou velice široké. Mohou být využity v krmivářském, potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém průmyslu a využití patatinu v biotechnologických výrobních procesech (Bárta & Bártová, 2007).

## • Inhibitory proteas hlíz brambor

Rostlinné inhibitory proteas jsou bílkoviny, které mají schopnost inhibovat specifické proteasy mikroorganismů, hmyzu, zatímco rostlinné proteasy jsou inhibovány zřídka (Bárta & Čurn, 2004). Inhibitory proteas představují 20-30 % extrahovatelných bílkovin hlíz brambor a jde o bílkoviny s molekulovou hmotností od 5-25 kDa (Kärenlampi & White, 2009). Oproti patatinové skupině, jsou inhibitory proteas více heterogenní skupinou bílkovin (Bauw et al., 2006). Inhibitory proteas jsou děleny do sedmi skupin na základě jejich molekulové hmotnosti, stavby molekuly, hodnoty isoelektrického bodu a počtu sulfidických můstků v molekule (Bárta & Bártová, 2007).

*Dělení inhibitorů proteas do sedmi skupin:*

- Bramborový inhibitor I (PI-1, *Potato Inhibitor I*)
- Bramborový inhibitor II (PI-2, *Potato Inhibitor II*)
- Bramborový cisternový inhibitor (PCPI, *Potato Cystein Protease Inhibitor*)
- Bramborový aspartátový inhibitor proteas (PAPI, *Potato Aspartyl Protease Inhibitors*)

- Bramborové inhibitory proteas Kunitzova typu (PKPI, *Potato Kunitz Protease Inhibitors*)
- Ostatní serinové inhibitory proteas (OPSI, *Other Serine Protease Inhibitors*)
- Bramborový karboxypeptidasový inhibitor proteas (PCI, *Potato Carboxypeptidase Inhibitor*)

### • Ostatní bílkoviny hlíz brambor

K tzv. ostatním bílkovinám jsou řazeny bílkoviny, které nelze přiřadit k bílkovinám patatinového komplexu, nebo jde o bílkoviny, které nemají schopnost inhibovat proteasy (Bárta & Bártová, 2007). Tyto bílkoviny tvoří 20-30 % extrahovaných bílkovin hlíz a patří sem hlízový lektin, polyfenoloxidas o velikosti 60 a 69 kDa, protein kinasa, enzymy s účastí na syntéze škrobu a fosforylasové isoenzymy (Bárta & Bártová, 2008). Významný je bramborový lektin (o velikosti 100 kDa), který se váže na chitin a je testován proti larvám Blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus* L.) (Bárta & Bártová, 2007).

#### 2.3.3.2. Faktory ovlivňující kvalitu a kvantitu hlízových bílkovin brambor

Vliv odrůdy, prostředí a pěstitelského systému na aminokyselinovou skladbu hlízových bílkovin je velmi významný (Bárta et al., 2008a). Rozhodujícím faktorem je genotyp (odrůda) a hnojení (Bárta & Bártová, 2008). Soubor specifických genetických faktorů (odrůda)

a faktorů pěstování, včetně systému hospodaření, významně a konkrétně ovlivňuje důležité kvalitativní parametry hlíz bramboru (Maggio et al., 2008; Bárta & Bártová, 2008). Tyto faktory jsou brány jako standard v ekologickém pěstování brambor (Maggio et al., 2008). Přímý podíl odrůdy na variabilitě obsahu bílkovin v hlízách představuje asi 30-50 % (Bárta & Čurn, 2004). Zastoupení bílkovin v dusíkatých látkách (hrubých bílkovinách) se může v závislosti na odrůdě a podmínkách prostředí pohybovat v širokém rozpětí 35-75 % (Bárta & Bártová, 2007). Vyšší obsah bílkovin mají odrůdy s kratší vegetační dobou a odrůdy určené pro zpracování na škrob (Zrůst, 2003b). Odrůda má větší přímý vliv na obsah většiny aminokyselin v hlízách brambor než ročník a stanoviště (Bárta & Bártová, 2007; Bárta & Bártová, 2008). Vyšší obsah volných aminokyselin významně ovlivňuje aroma vařených brambor (Maggio et al., 2008).

Dusíkaté hnojení zvyšuje obsah bílkovin, ale při vysokých dávkách klesá biologická hodnota hlízových bílkovin a klesá jejich podíl v dusíkatých látkách (Bárta & Bártová, 2007;

Bárta & Bártová, 2008). U konvenčně pěstovaných brambor je celková hladina dusíku v hlízách vyšší (Lehesranta et al., 2007). Dusíkaté hnojení je hlavním modifikačním faktorem, který určuje variabilitu bílkovinných profilů mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými bramborami, kdy u ekologicky pěstovaných brambor jsou bílkoviny a další syntetizované makromolekuly využívány v energetickém metabolismu a obranných mechanismech, zatímco u konvenčně pěstovaných brambor mají tyto látky spíše zásobní funkci (Lehesranta et al., 2007; Bárta & Bártová, 2008). To také vysvětluje mírně vyšší obsah patatinu a inhibitorů proteas u brambor z konvenčního systému pěstování, což je spojeno s vyšší mírou ukládání bílkovin (Lehesranta et al., 2007). Stupňované dávky dusíkatého hnojení u brambor má za následek pokles kvality bílkovin (Maggio et al., 2008). Hamouz et al. (2005) uvádí po hodnocení výsledků pokusu, že u konvenčního způsobu pěstování byl vyšší výnos hlíz ale z kvalitativního hlediska došlo u ekologicky pěstovaných brambor ke zvýšení obsahu polyfenolů (o 10,2 %) a snížil se obsah dusičnanů (o 11 %) a redukujících cukrů (o 22 %). Se zvyšující se dávkou dusíku stoupá absolutní zastoupení aminokyselin v hlízách brambor, ale zároveň dochází ke snížení relativního zastoupení esenciálních aminokyselin v hlízách (Bárta & Bártová, 2007). Zrůst (2003b) uvádí, že při použití organických hnojiv (chlévského hnoje, slámy, zeleného hnojení) nebyla sledována nadměrná kumulace obsahu dusičnanů v hlízách.

U ekologického zemědělství je významný výběr předplodiny, kdy například použití jetele jako předplodiny, zvýšilo obsah sušiny v čerstvé hmotě hlíz (Lehesranta et al., 2007). Významnými předplodinami, zvyšujícími celkové množství bílkovin v hlízách brambor jsou Vikev huňatá (*Vicia villosa Roth*) a Lupina bílá (*Lupinus albus*) (Honeycutt, 1998). Zde je výrazný rozdíl mezi ekologickým pěstováním brambor, které využívá rozmanité osevní postupy, oproti konvenčnímu pěstování brambor, u kterého je tendence nižší rotace plodin v osevních postupech a inklinace k monokulturám (Lehesranta et al., 2007).

Lokality s vyšší nadmořskou výškou, lépe rozloženými srážkami a lehčími půdami zajišťují stabilnější podmínky pro produkci bílkovin (Bárta & Bártová, 2007). Nedostatek vody (dlouhé období stresu z nedostatku vody) a s tím související pokles fotosyntézy, má za následek nižší výnos (Maggio et al., 2008; Bárta & Bártová, 2008). Obsah dusíkatých látek ovlivňují půdně klimatické podmínky, ročníkové vlivy, půdní vlhkost, světelné a teplotní podmínky, lokalita a další vlivy (Zrůst, 2003b). Negativně se na obsahu bílkovin včetně patatinu projevuje vodní deficit a vysoké teploty v období tvorby hlíz (Bárta & Bártová, 2008).

Posklizňová opatření ovlivňují chemické složení bramborových hlíz (Maggio et al., 2008). V průběhu skladování se zvyšuje podíl asparaginu a glutaminu v obsahu volných aminokyselin (Bárta, 2002a). Při dlouhodobém skladování klesá podíl patatinu v obsahu bílkovin hlíz bramboru (Bárta & Bártová, 2007). Zrůst (2003) uvádí, že čím více bylo aplikováno minerálních hnojiv, tím více klesala kvalita hlíz během skladování.

Gilsenan et al., (2010), kteří se zabývali studiem fyzikálně-chemických a senzorických vlastností a jejich rozdílů mezi brambory z konvenčního a ekologického zemědělství uvádí, že ekologický způsob pěstování pozitivně ovlivnil strukturu bramborové hlízy (oproti měkčí textuře hlízy z konvenčního zemědělství). Rozdíl ve vzhledu, chuti a vůni nebyl průkazný (Gilsenan et al., 2010), což také ve své práci po vyhodnocení senzorických zkoušek uvádí Hajšlová et al. (2005).

Zarzecka & Gugala (2005), kteří se zabývali vlivem herbicidů na bílkoviny brambor uvádějí, že aplikace herbicidů a jejich směsí, může zvýšit celkový obsah bílkovin o 0,09-0,18 %.

### **3. CÍL PRÁCE**

Cílem práce je zhodnocení vlivu organického a konvenčního systému produkce brambor na dusíkatý komplex hlíz bramboru. V diplomové práci budou hodnoceny následující ukazatele:

- vliv odlišné pěstitelské technologie na obsah hrubých bílkovin
- vliv odlišné pěstitelské technologie na obsah čistých bílkovin
- vliv odlišné pěstitelské technologie na zastoupení patatinových bílkovin v celkovém spektru bílkovin hlíz bramboru

## **4. MATERIÁL A METODY**

### **4.1. Polní experiment a rostlinný materiál**

Rostlinný materiál pro následné analýzy byl získán v letech 2006 a 2007 v rámci maloparcelkového pokusu vedeného na dvou stanovištích s odlišnou nadmořskou výškou a klimatickými podmínkami – stanoviště v blízkosti města Volyně (V) (N 49°10', E 13°54') s nadmořskou výškou 460 m a stanoviště v blízkosti města Pacov (P) (N 49° 34', E 14° 58') s nadmořskou výškou 610 m. Srážkové a teplotní podmínky stanoviště Volyně a Pacov (průměrné měsíční teploty a suma srážek v průběhu vegetace let 2006 a 2007) jsou uvedeny na obrázku 1. V roce 2006 byl značný teplotní nárůst a srážkový deficit v měsících červenci a září. Rok 2007 byl teplotně a srážkově vyrovnanější s určitým poklesem srážek v měsíci červnu. Na obou stanovištích byly vedeny maloparcelkové pokusy v obou systémech pěstování – systém ekologické a konvenční produkce ve sponu 750 x 300 mm. U variant byla provedena 2 ročníková opakování. Umístění pokusu s ekologickým a konvenčním systémem produkce bylo na obou stanovištích ve vzdálenosti maximálně do 1000 m.

Na podzim předchozího roku byl pozemek organicky vyhnojen dávkou 40-45 t hnoje na ha. V případě konvenčního systému bylo dále použito hnojení dusíkem v dávce 100 kg.ha<sup>-1</sup>(síran amonný), fosforem 35 kg.ha<sup>-1</sup> (Hyperkorn) a draslíkem 60 kg.ha<sup>-1</sup> (60 % draselná sůl). V průběhu vegetace byl porost mechanicky ošetřen proti plevelům (3 x proorávka), chemicky ošetřen proti plísni bramborové a mandelince bramborové. Založení porostu u zmíněných variant polního pokusu i následná sklizeň byla provedena ručně. Předpolodinou u všech variant pokusu byla vždy úzkořádková obilnina. Ošetření pokusu varianty ekologické produkce probíhalo dle směrnic IFOAM o pravidlech ekologické produkce. U všech variant pokusu bylo použito pět odrůd konzumních brambor, které jsou běžně pěstovány v ČR. Jednalo se o odrůdy Bionta, Marabel, Karin, Rosara, Satina, jejichž bližší charakteristika je uvedena v tabulce 8.

**Tab.7:** Základní charakteristika polního experimentu.

<i>Počet odrůd</i>	5
<i>Ročníková opakování</i>	2*
<i>Technologie pěstování</i>	2
<i>Stanoviště</i>	2
<i>Spon</i>	750 x 300 mm
<i>Předplodina</i>	úzkořádková obilnina

**Pozn.:**

\* Celkově u tohoto pokusu byla 4 ročníková opakování ( roky: 2005, 2006, 2007, 2008). Pro potřebu diplomové práce byly vybrány ročníky 2006 a 2007.

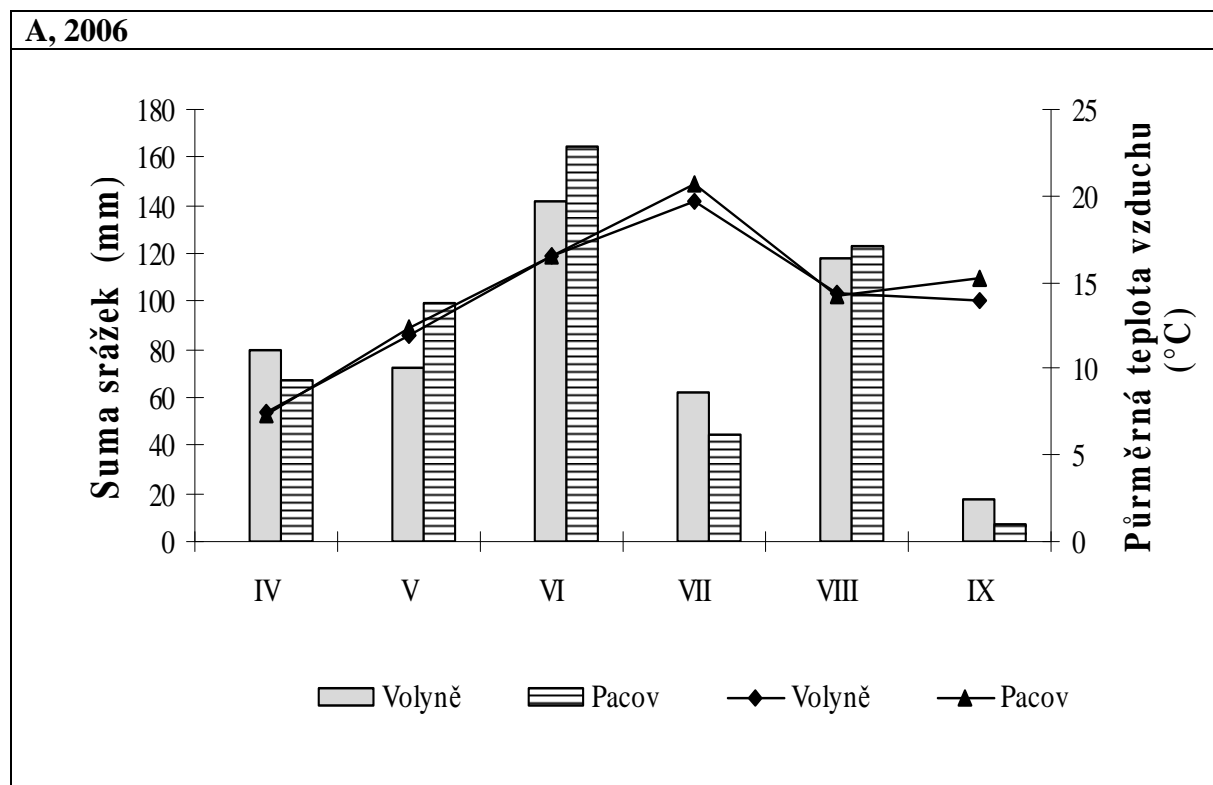
**Tab.8:** Základní charakteristika odrůd použitých v pokusu (Med, 2003; Med, 2005).

Odrůda	Užitkový směr	Ranost	Varný typ	Výnos t/ha*
Bionta	K	PP-P	BC	61,95
Karin	K	R	BA	43,26
Marabel	K	R	BA-B	47,72
Rosara	K	VR	BA	40,64
Satina	K	PR	BC	53,16

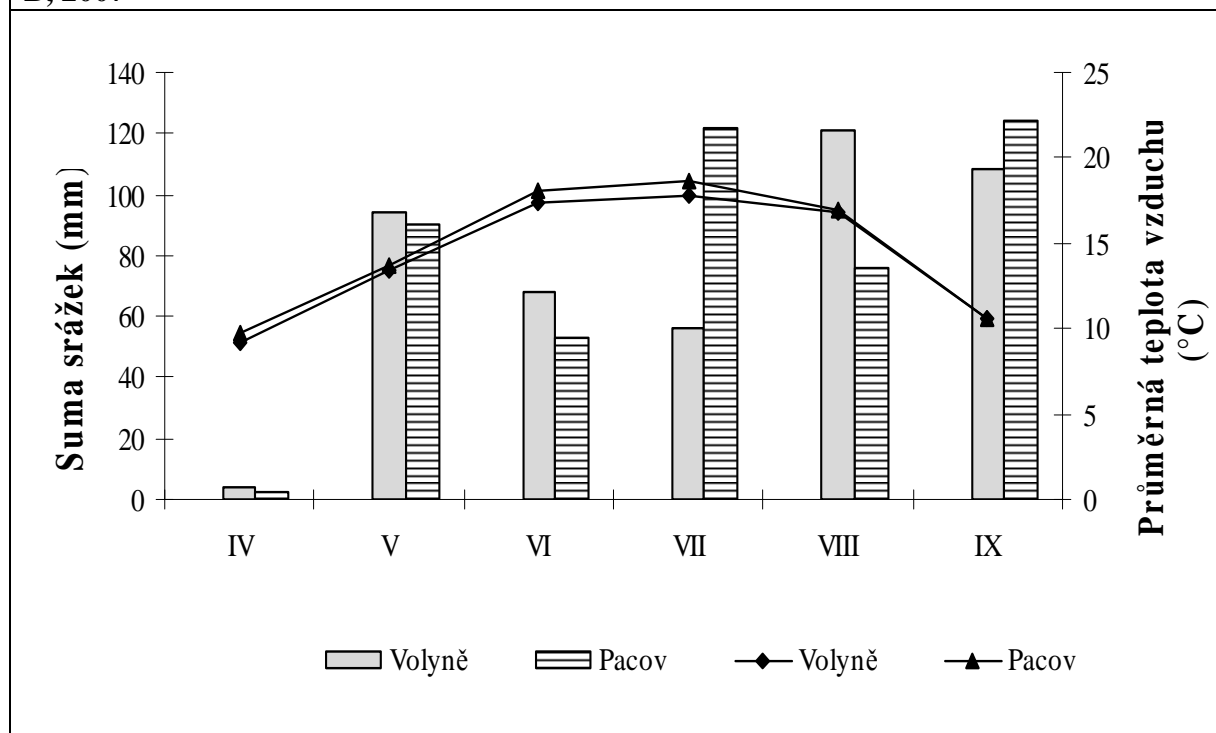
**Pozn.:**

\*průměrné hodnoty vypočítané na základě odrůdových pokusů ÚKZÚZ

K = konzumní odrůda; VR = velmi raná odrůda (délka vegetační doby 90 – 100 dnů), R = raná (100 – 110 dnů), PR = poloraná (110 – 130 dnů), PP-P = polopozdní až pozdní (nad 130 dnů); varný typ A - AB = pevné až velmi pevné hlízy, B = středně pevné až pevné hlízy, BC – C = kypré až středně kypré hlízy

**Obrázek 1:** Charakteristika srážek a teplot za vegetaci u stanovišť Volyně, Pacov v letech 2006 a 2007.

B, 2007



Po sklizni byl z každé varianty polního pokusu vybrán reprezentativní vzorek 20 hlíz – hlízy nezelené a bez známek poškození. Hlízy byly důkladně očištěny a následně umyty a osušeny. Po osušení byly hlízy zváženy (stanovení průměrné hmotnosti jedné hlízy) a z každé hlízy byl odříznut tenký plátek pro vytvoření směšného vzorku v rámci každé varianty pokusu. Takto připravený hlízový materiál byl lyofilizován (teplota  $-50^{\circ}\text{C}$ , tlak 40 mBar, doba 48 hodin) a po vysušení byla z rozdílu hmotností stanovena sušina. Hlízový materiál byl po lyofilizaci homogenizován laboratorním mlýnkem a sloužil jako zásobní materiál pro následné laboratorní analýzy.

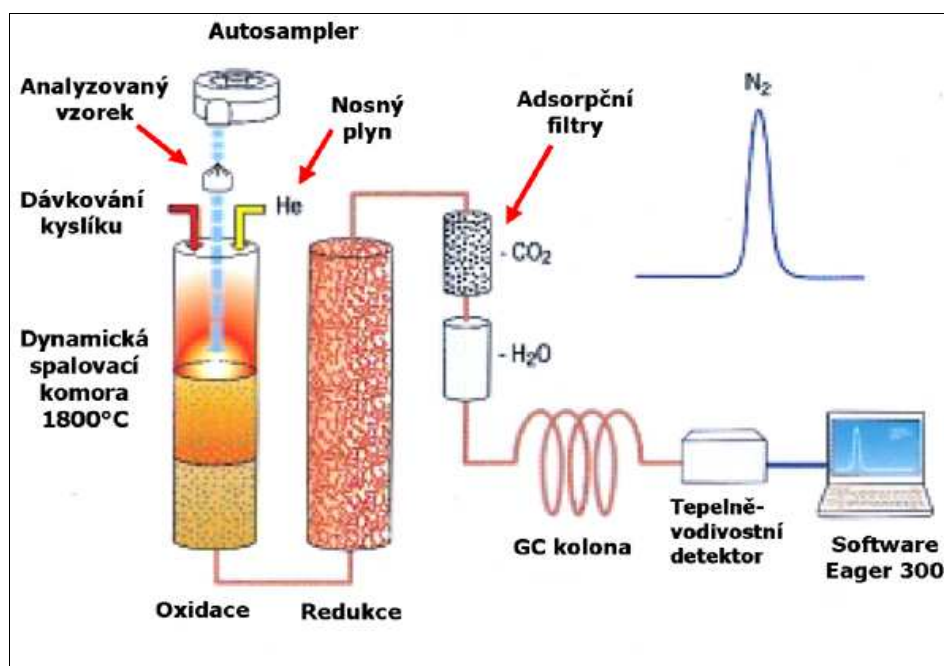
## 4.2. Metodika laboratorních analýz

### 4.2.1. Analýza obsahu celkového dusíku

Obsah dusíku v sušině hlíz byl stanoven modifikovanou Dumasovou metodou (Dynamic Flash Combustion technique) prostřednictvím elementárního analyzátoru Flash EA 1112 (schéma na obrázku 2.). Provedena byla dvě opakování s navázkou vzorku 50 mg.



**Obrázek 2:** Pracovní schéma znázorňující analýzu na elementárním analyzátoru dusíku.



#### 4.2.2. Analýza obsahu čistých bílkovin

##### **1) Extrakce bílkovin pro jejich kvantifikaci**

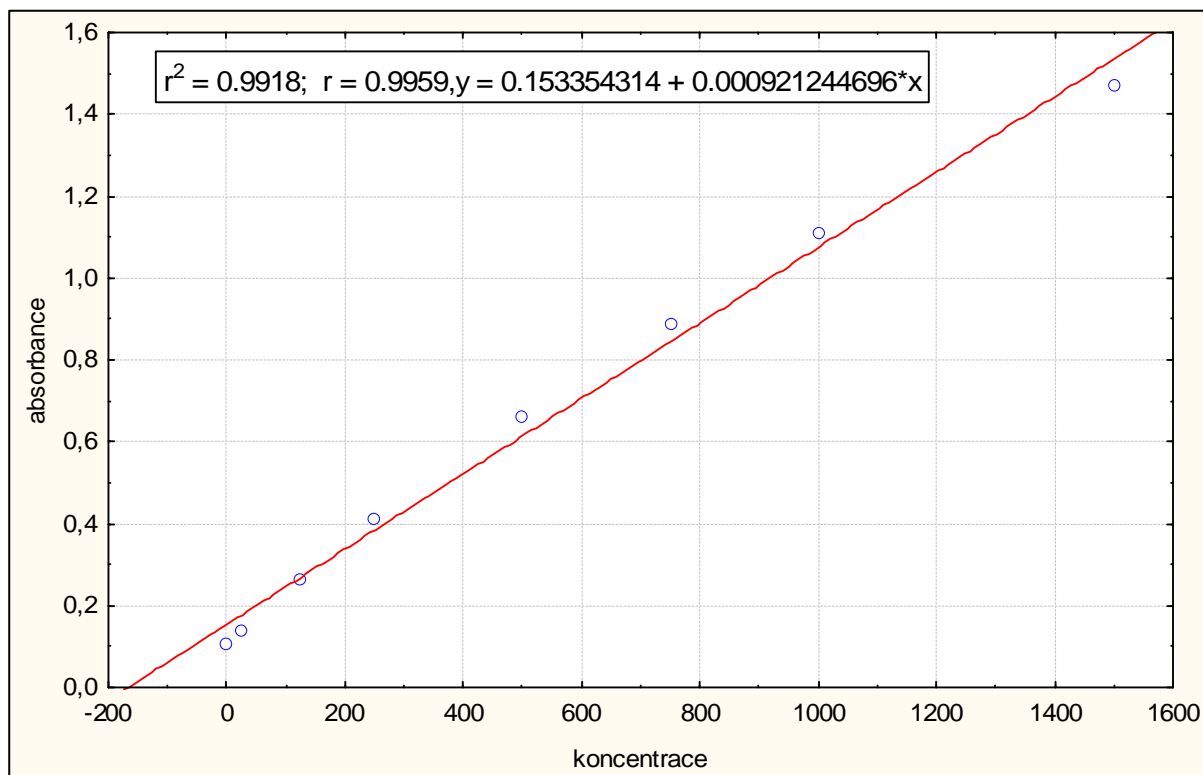
K 200 mg homogenizovaného hlízového materiálu bylo přidáno 2 ml extrakčního pufru (0.0625 M Tris-HCl, pH 6.8, 2% SDS). Extrakce probíhala po dobu 4 hodin při teplotě 4°C. Po centrifugaci (10 min, 9000g, 4°C), byl čistý supernatant přenesen do nové mikrocetrifugační zkumavky. Tento extrakt sloužil k následné kvantifikaci hlízových bílkovin.

##### **2) Kvantifikace bílkovin v extraktu**

Vlastní kvantifikace bílkovin v extraktu byla provedena pomocí kitu *BCA Protein Assay Kit*. Jedná se o metodu, která je založena na kolorimetrickém stanovení obsahu čistého proteinu pomocí bicinchoninové kyseliny (bicinchoninic acid; BCA), kdy reakcí s proteinem dochází k redukci  $\text{Cu}^{2+}$  iontů na  $\text{Cu}^{1+}$ . Kationt  $\text{Cu}^{1+}$  je reagentem, který je pomocí BCA kolorimetricky detekován. Pracovní rozpětí koncentrace proteinu ve vzorku je u této metody 20 – 20 000  $\mu\text{g/ml}$ . Příprava standardu, vzorku a vlastní měření bylo provedeno dle instrukcí výrobce kitu (Pierce, BCA Protein Assay Kit Instructions). Pro kalibraci (viz. obrázek 3.) bylo použito hovězího sérového albuminu (BSA). Koncentrace bílkovin ve vzorku se zjistí vynesemím naměřené hodnoty absorbance vzorku na zkonstruované

kalibrační křivce nebo dosazením hodnoty absorbance do získané rovnice (Bárta et al., 2008b).

**Obrázek 3:** Kalibrační křivka na základě, které byla stanovena koncentrace bílkovin v extraktech hlízového materiálu.



#### 4.2.3. Analýza hlízových bílkovin pomocí techniky SDS-PAGE

##### **1) Extrakce bílkovin pro SDS-PAGE analýzu**

K 200 mg homogenizované bramborové mouky, bylo přidáno 2 ml extrakčního pufru (0,0625 M Tris-HCl, pH 6,8, 5% 2-merkптоethanol, 2% SDS). Extrakce probíhala po dobu 4 hodin při teplotě 4°C. Po centrifugaci (10 min, 9000g, 4°C), byl čistý supernatant přenesen do nové mikrocentrifugační zkumavky s příslušným množstvím (4:1) nanášecího pufru (5 x NP: 5 ml 1,25 M Tris-HCl, pH 6,8, 2,3 g SDS, 10 ml glycerol, 5 mg Bromphenol Blue; k 1 ml se těsně před použitím přidá 340 µl 2-merkптоethanolu). Před nanesením na gel v množství 10 µl byl vzorek vařen ve vodní lázni.

## 2) SDS-PAGE hlízových bílkovin

Použita byla diskontinuální desková denaturační elektroforéza na polyakrylamydovém gelu (SE 600, Hoefer, USA) – 4% zaostřovací gel (0,125 M Tris-HCl, pH 6.8 + SDS) a 10% separační gel (0.375 M Tris-HCl, pH 8.8 + SDS) – v prostředí systému 0,025 M Tris + 0,192 M glycine (pH 8.3) + SDS (Laemmli, 1970). Podrobné složení gelových systémů a elektrodového pufru je uvedeno v tabulce 9. Separace probíhala při proudu 40mA na gel, napětí 200 V a při teplotě 4°C po dobu 4 hodin.

**Tab.9:** Složení roztoků pro SDS – PAGE analýzu hlízových bílkovin.

<i>Komponenta</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Separační gel</i>	<i>Zaostřovací gel 3,75 %</i>
<b>Redestilovaná voda</b>	ml	42	12,15
<b>AC / BIS</b>	ml	26,6	2,5
<b>Pufr A</b>	ml	10	-
<b>Pufr B</b>	ml	-	5
<b>SDS</b>	μl	800	200
<b>Sířičitan sodný</b>	μl	60	20
<b>Persíran amonný</b>	μl	400	150
<b>TEMED</b>	μl	40	20

**Pozn.:**

AC/BIS: 30 g akrylamid + 0,8 g BIS/100ml

Pufr A: 36,3 g Tris, 48 ml 1M HCl, pH 8,8/100ml

Pufr B: 6g Tris, 48 ml 1M HCl, pH 6,8/100 ml

SDS: 10 % roztok

Sířičitan sodný: nasycený vodní roztok

Persíran amonný: 15% roztok

Elektrodový pufr 1: 14,4 g glycinu, 3 g Tris, pH 8,3/1000ml (esterázy, nativní bílkoviny)

Elektrodový pufr 2: 144g glycin, 3 g Tris, 10 g SDS, pH 8,3/1000ml (SDS-PAGE)

Detekce bílkovin byla provedena barvením roztokem Coomassie Brilliant Blue přes noc (barvicí směs – methanol, ledová octová kys., voda v poměru 5:1:4 + 0,1% Coomassie Brilliant Blue R-250, Sigma Co.). Po detekci bylo odbarveno nespecifické pozadí (použita směs etanol: kyselina octová: voda v poměru 2.5:1:6.5 s výměnou během odbarvení 2 – 3x) a provedena fixace a dehydratace ve směsi 45% etanolu + 3% glycerolu. Následně byly gely sušeny v celofánu na skle při laboratorní teplotě na vzduchu po 2 – 3 dny (Bárta, 2002b). Před

vlastním vyhodnocením byly gely digitalizovány prostřednictvím scanneru do podoby TIFF formátu.

#### 4.2.4. Statistické vyhodnocení dat

Statistické zpracování dat hodnocených parametrů bylo provedeno pomocí software STATISTICA, ver. 6 (StatSoft, Inc., 2001). Základem pro vyhodnocení se stala analýza rozptylu (ANOVA), Tukey HSD test, který otestoval průkaznost diferencí (rozdílů) mezi studovanými hodnotami jednotlivých variant polního experimentu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Vliv studovaných faktorů (odrůda, stanoviště, pěstitelská technologie, ročník) byl hodnocen s využitím modifikace metody ANOVA –ANOVA Method, Type I SS (*Relative Variance Components*). Pro hodnocení vzájemných vztahů mezi sledovanými vlastnostmi byla provedena korelační analýza.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1. Studium vlivu způsobu pěstování a dalších faktorů na obsah sledovaných kvalitativních znaků hlíz bramboru

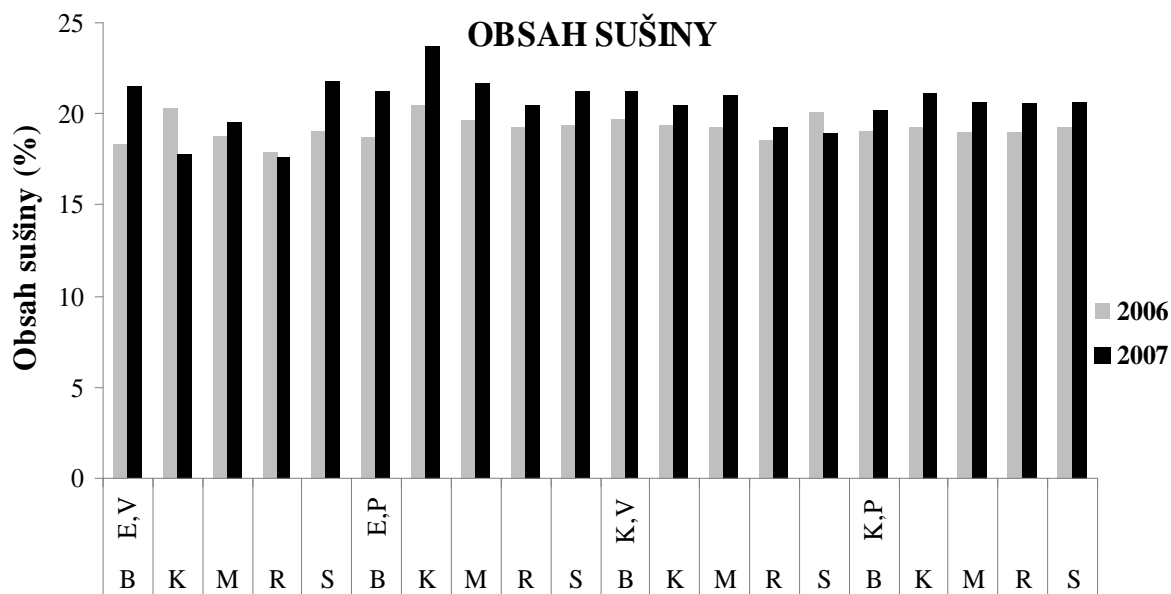
**Tab.10:** Obsah sušiny, dusíkatých látek a čistých bílkovin u jednotlivých variant v roce 2006.

Rok 2006								
<i>Odrůda</i>	<i>Obsah sušiny</i>		<i>Obsah čistého proteinu</i>		<i>Obsah hrubého proteinu (Nx6,25)</i>		<i>Podíl čistého proteinu v celkovém obsahu N-látek</i>	
	(% )		(% sušiny)		(% sušiny)		(% )	
Stanoviště	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov
<b>EKOLOGICKÉ</b>								
Bionta	18,39	18,69	2,11	2,86	9,54	9,96	22,15	28,69
Karin	20,28	20,45	3,75	5,09	9,16	10,47	41,00	48,58
Marabel	18,83	19,66	3,48	4,35	9,58	9,97	36,34	43,62
Rosara	17,91	19,29	4,72	4,60	12,49	11,37	37,76	40,43
Satina	19,13	19,40	4,60	4,67	8,41	9,84	54,65	47,48
<b>KONVENČNÍ</b>								
Bionta	19,70	19,09	1,51	2,66	7,47	7,96	20,16	33,45
Karin	19,34	19,30	4,56	4,77	11,75	10,31	38,92	46,23
Marabel	19,31	19,03	4,62	4,38	9,23	10,72	50,09	40,87
Rosara	18,51	19,00	4,20	4,27	11,72	10,85	35,89	39,34
Satina	20,13	19,26	4,12	3,89	8,74	8,80	47,11	44,24

**Tab.11:** Obsah sušiny, dusíkatých látek a čistých bílkovin u jednotlivých variant v roce 2007.

Rok 2007								
<i>Odrůda</i>	<i>Obsah sušiny</i>		<i>Obsah čistého proteinu</i>		<i>Obsah hrubého proteinu (Nx6,25)</i>		<i>Podíl čistého proteinu v celkovém obsahu N-látek</i>	
	(% )		(% sušiny)		(% sušiny)		(% )	
Stanoviště	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov
<b>EKOLOGICKÉ</b>								
Bionta	21,53	21,19	3,19	3,76	8,26	7,58	38,60	49,63
Karin	17,76	23,75	4,39	4,58	7,34	8,15	59,76	56,17
Marabel	19,56	21,64	2,57	4,45	8,35	9,39	30,81	47,45
Rosara	17,66	20,44	3,15	4,05	8,15	10,67	38,60	37,97
Satina	21,76	21,23	3,61	3,20	6,85	7,72	52,71	41,56
<b>KONVENČNÍ</b>								
Bionta	21,24	20,17	4,33	3,97	7,55	9,01	57,40	44,01
Karin	20,52	21,08	2,16	4,85	9,57	11,42	22,54	42,48
Marabel	21,07	20,71	6,49	5,09	11,37	10,59	57,04	48,01
Rosara	19,26	20,57	4,17	3,93	11,91	11,32	34,98	34,76
Satina	18,88	20,71	5,38	5,30	9,01	9,38	59,74	56,54

**Obrázek 4:** Vliv odrůdy, ročníku, způsobu pěstování a stanoviště na obsah sušiny.

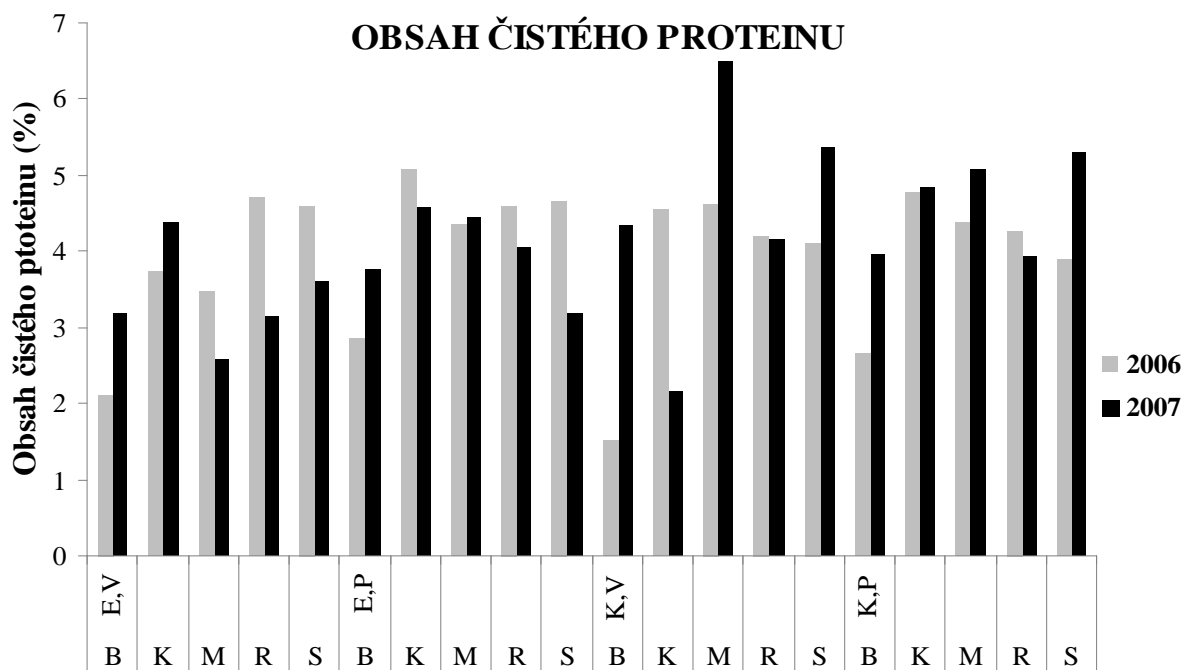


Odrůdy: **B** – Bionta, **K** – Karin, **M** – Marabel, **R** – Rosara, **S** – Satina

Způsob pěstování: **E** – ekologicky, **K** – konvenčně

Stanoviště: **V** – Volyně, **P** – Pacov

**Obrázek 5:** Vliv odrůdy, ročníku, způsobu pěstování a stanoviště na obsah čistého proteinu (% sušiny).

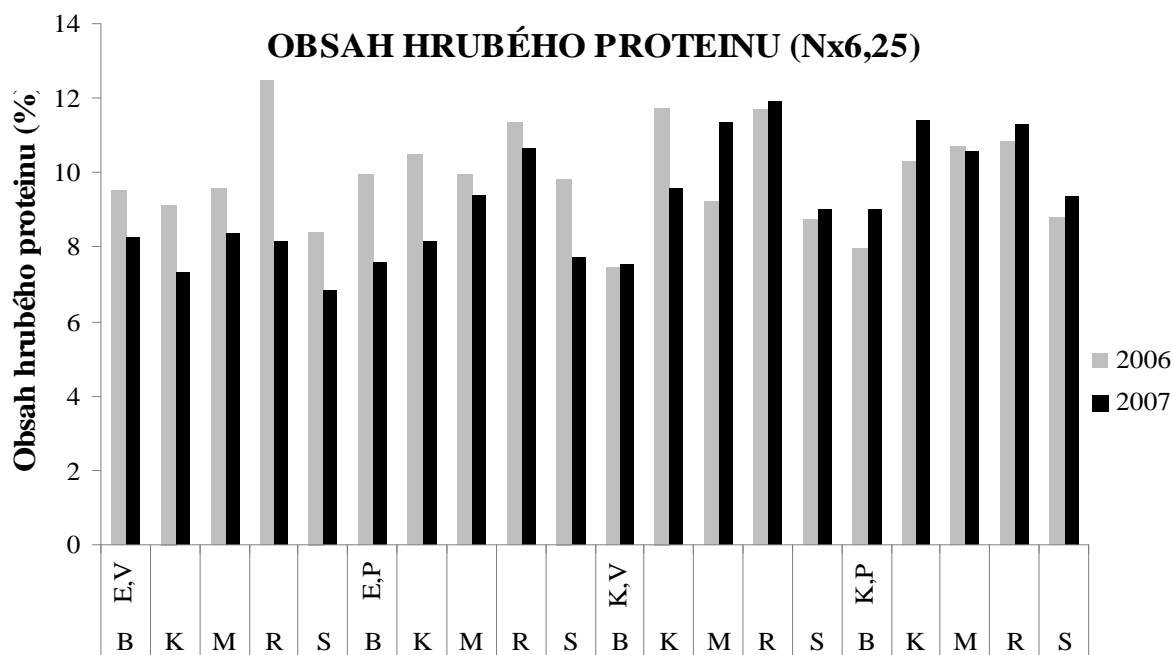


Odrůdy: **B** – Bionta, **K** – Karin, **M** – Marabel, **R** – Rosara, **S** – Satina

Způsob pěstování: **E** – ekologicky, **K** – konvenčně

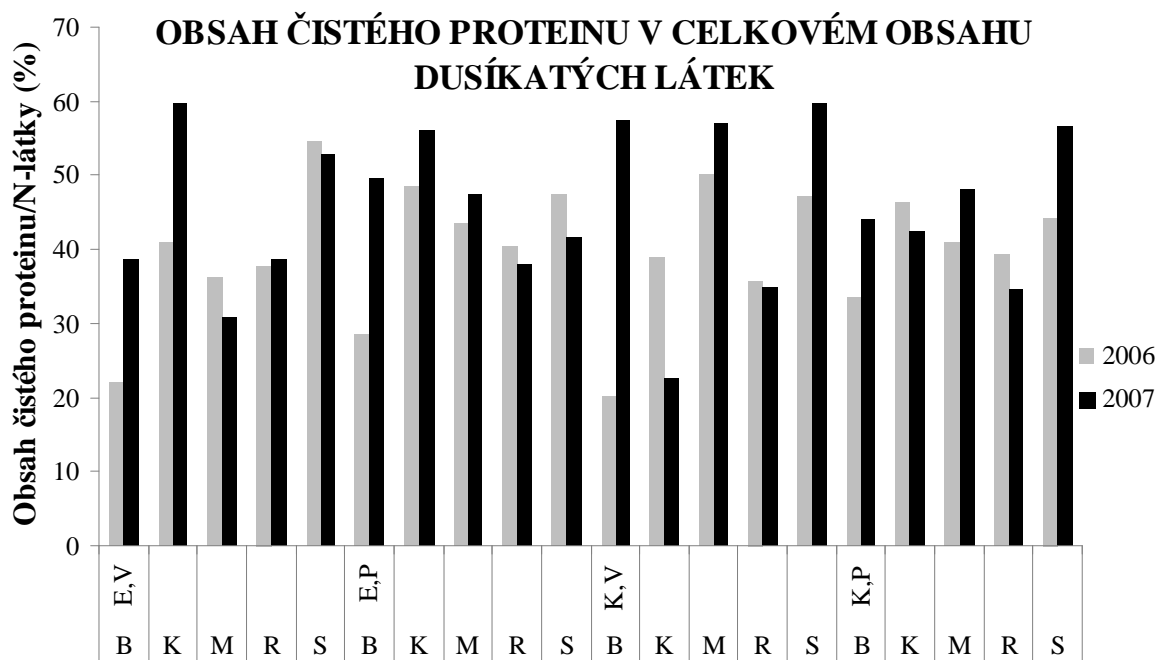
Stanoviště: **V** – Volyně, **P** – Pacov

**Obrázek 6:** Vliv odrůdy, ročníku, způsobu pěstování a stanoviště na obsah hrubého proteinu (% sušiny).



Odrůdy: **B** – Bionta, **K** – Karin, **M** – Marabel, **R** – Rosara, **S** – Satina  
 Způsob pěstování: **E** – ekologicky, **K** – konvenčně  
 Stanoviště: **V** – Volyně, **P** – Pacov

**Obrázek 7:** Vliv odrůdy, ročníku, způsobu pěstování a stanoviště na obsah čistého proteinu v celkovém obsahu dusíkatých látek.



Odrůdy: **B** – Bionta, **K** – Karin, **M** – Marabel, **R** – Rosara, **S** – Satina  
 Způsob pěstování: **E** – ekologicky, **K** – konvenčně  
 Stanoviště: **V** – Volyně, **P** – Pacov

**Tab.12:** Souhrnné vyhodnocení sledovaných kvalitativních faktorů hlíz brambor získaných v rámci pokusu.

(%)	<i>N</i>	<i>Průměr</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Rozptyl</i>	<i>Směrodatná odchylka</i>
<b>Obsah sušiny</b>	80	19,89	17,51	23,77	1,69	1,30
<b>Obsah čistého proteinu</b>	80	4,05	1,51	6,51	0,97	0,98
<b>Obsah hrubého proteinu</b>	80	9,55	6,75	12,70	2,17	1,47
<b>Podíl čistého proteinu/ N-látky</b>	80	42,69	20,08	60,35	101,68	10,08

**Tab.13.** Statistické vyhodnocení jednotlivých variant pokusu.

(%)	<b>N</b>	<b>Obsah sušiny</b>	<b>Obsah čistého proteinu</b>	<b>Obsah hrubého proteinu</b>	<b>Podíl čistého proteinu/ N-látky</b>
<i>Ročník</i>					
<b>2006</b>	40	19,24a	3,96a	9,92a	39,85a
<b>2007</b>	40	20,53b	4,13a	9,18b	45,54b
<i>Způsob pěstování</i>					
<b>Ekologicky</b>	40	19,93a	3,86a	9,16a	42,70a
<b>Konvenčně</b>	40	19,84a	4,23a	9,93b	42,69a
<i>Stanoviště</i>					
<b>Volyně</b>	40	19,54a	3,85a	9,32a	41,81a
<b>Pacov</b>	40	20,23b	4,24a	9,77a	43,58a
<i>Odrůdy</i>					
<b>Bionta</b>	16	20,00a	3,05a	8,42a	36,76a
<b>Karin</b>	16	20,31a	4,27b	9,77b	44,46ab
<b>Marabel</b>	16	19,97a	4,43b	9,90b	44,28ab
<b>Rosara</b>	16	19,08a	4,14b	11,06c	37,47a
<b>Satina</b>	16	20,08a	4,35b	8,59a	50,50b
<i>Celkem</i>	80	19,89	4,05	9,55	42,69

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$



Obsah sušiny byl celkově velmi vyrovnaný u všech variant. Výrazněji se měnil obsah sušiny v závislosti na daném ročníku a stanovišti (**Tab.13**). Vyššího obsahu sušiny dosahovala většina odrůd v roce 2007, což bylo způsobeno příznivými vegetačními podmínkami v tomto roce oproti roku 2006. V tomto roce byl významný srážkový deficit a vysoké teploty v měsíci červenci (**Obr.1**). Vyšší obsah sušiny vykazovala odrůda Karin a to v ekologickém způsobu pěstování v roce 2006 ve Volyni a v roce 2007 na obou stanovištích. Ekologicky pěstovaná odrůda Karin měla dokonce nejvyšší obsah sušiny ze všech sledovaných odrůd z obou způsobů pěstování (**Tab.10., Obr.4**). Vyšší obsah sušiny je dán zřejmě genetickou predispozicí u této odrůdy. U většiny variant se obsah sušiny pohyboval v rozmezí od 19,00 % do 20,57 % (**Tab.21**).

Obsah čistého proteinu byl u jednotlivých variant značně variabilní. Přímý podíl odrůdy na variabilitě obsahu bílkovin v hlízách představuje asi 30-50 % (Bárta & Bártová, 2007). Vyšší obsah čistých bílkovin měly odrůdy Marabel a Karin (**Tab.10.,Tab.11., Obr.5**), což jsou odrůdy rané (**Tab.8**) s vegetační dobou 100 – 110 dní. Celkově měly nejvyšší obsah čistých bílkovin odrůdy z konvenčního způsobu pěstování, kde je větší přísun dusíku a tím větší možnost jeho kumulace do čistých bílkovin. U konvenčně pěstovaných brambor mají bílkoviny spíše zásobní funkci, zatímco u ekologicky pěstovaných brambor jsou bílkoviny více využívány pro další fyziologické funkce (např. obranné mechanismy) (Lehesranta et al., 2007). Obsah čistých bílkovin se u většiny variant pohyboval v rozmezí od 3,75 % do 4,67 % (**Tab.22**). Velice variabilní byly výsledky u odrůdy Bionta (**Obr.13.,Tab.22**), která je zřejmě značně ovlivňována ročníkem a stanovištěm (**Obr.5**).

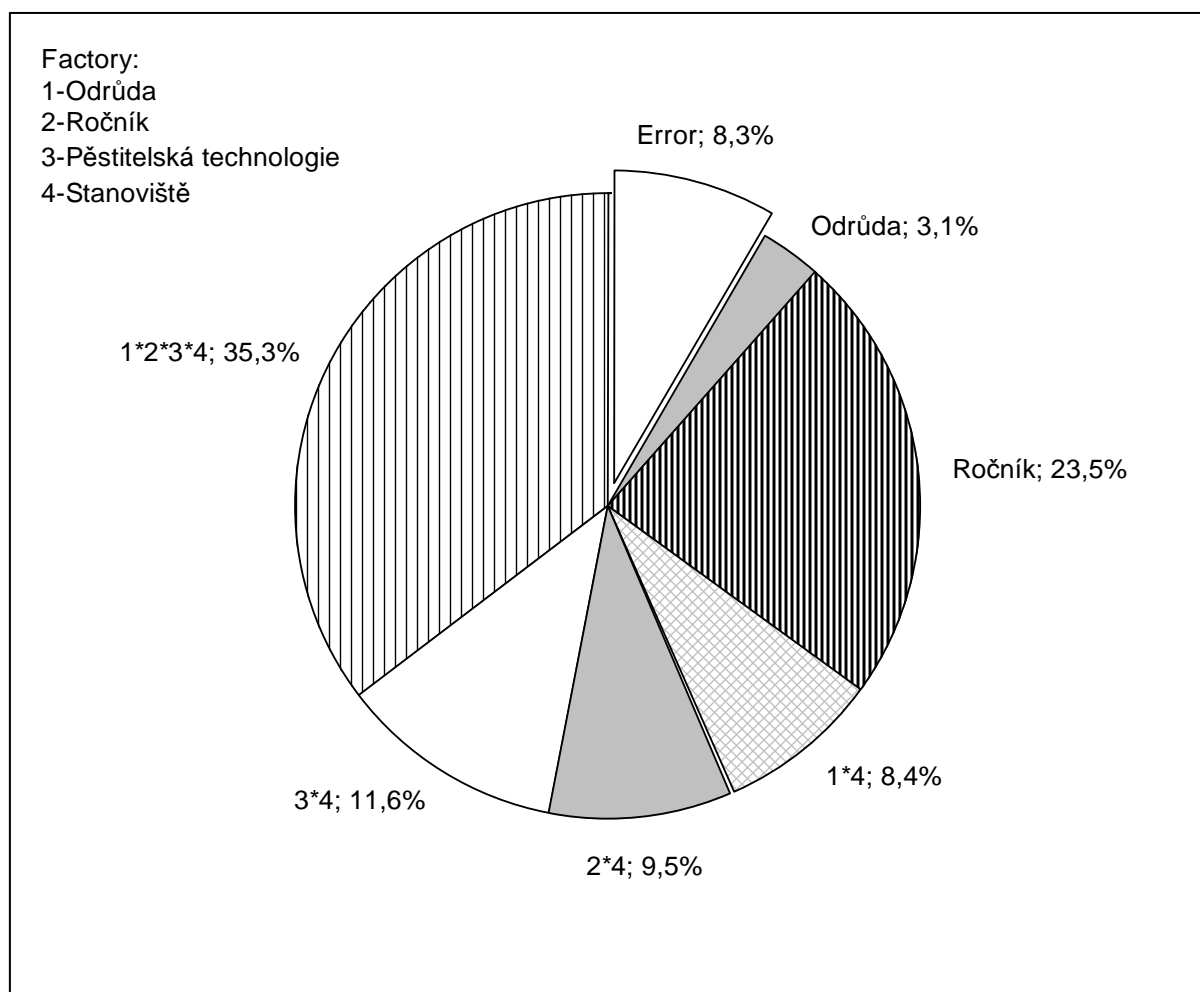
Obsah hrubých bílkovin byl významně ovlivněn způsobem pěstování. Vyšší obsah dusíkatých látek byl u hlíz brambor z konvenčního způsobu pěstování (**Obr.6**). Je dán hlavně dusíkatým hnojením, které se v ekologickém zemědělství neprovádí. Rozdíl mezi ekologickým a konvenčním způsobem pěstování v obsahu hrubých bílkovin je statisticky významný (**Tab.13**). Vysoké hodnoty byly od 10,31 % N v sušině hlíz, kde jsou zastoupeny převážně odrůdy z konvenčního způsobu pěstování (**Tab.23**). Zejména u odrůd s kratší vegetační dobou pěstovaných v rámci konvenčního způsobu systému může docházet k vyšší kumulaci dusičnanů, protože přijímaný dusík ve formě  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$  nestačí využít. To je případ velmi rané odrůdy Rosara, která má ze všech sledovaných odrůd nejvyšší obsah hrubých bílkovin jak v konvenčním (11,91 %), tak i v ekologickém systému produkce (12,49 %) (**Tab.10.,Tab.11., Obr.6**). Vysoký obsah hrubých bílkovin měli také rané odrůdy Karin (11,75 %) a Marabel (11,37 %) produkované v konvenčním systému (**Obr.6**). Obsah hrubého

proteinu je také kromě způsobu pěstování a odrůdy významně ovlivňován ročníkem (**Tab.13.**).

Obsah čistého proteinu v celkovém obsahu dusíkatých látek na základě statistického vyhodnocení je nejvíce ovlivněn odrůdou a ročníkem (**Tab.13.**). Bárta & Bártová (2007) uvádějí, že zastoupení bílkovin v dusíkatých látkách (hrubých bílkovinách) se může v závislosti na odrůdě a podmínkách prostředí pohybovat v širokém rozpětí 35-75 %. Vysokého zastoupení čistého proteinu v celkovém obsahu dusíkatých látek měla poloraná odrůda Satina a to u obou systémů pěstování (**Tab.10.,Tab.11.,Obr.7.**). V ekologickém způsobu pěstování měla kromě odrůdy Satiny (54,65 %) vysoký obsah čistých bílkovin z celkových dusíkatých látkách odrůda Karin (59,76 %) (**Tab.24.,Obr.7.**). Vyšší zastoupení čistých bílkovin v obsahu celkových dusíkatých látek zaznamenané u těchto dvou odrůd lze dávat do souvislosti nejen s faktorem genotypu, ale také s odlišnou hmotností hlíz produkovaných v konvenčním a ekologickém systému. Z literárních zdrojů (Maggio et al., 2008) je známo, že drobnější hlízy mají obvykle zvýšenou koncentraci bílkovin v sušině, čímž lze vysvětlit nárůst koncentrace bílkovin u drobnějších hlíz produkovaných v ekologickém systému. V konvenčním systému pěstování měla vyšší obsah čistých bílkovin také odrůda Marabel (**Obr.7.**). Konvenčně pěstované odrůdy mají díky většímu přísunu dusíku zvýšenou schopnost jeho utilizace do bílkovinných struktur. Významně se na zastoupení čistých bílkovin v obsahu celkových dusíkatých látek v hlízách brambor podílel vliv ročníku – nárůst zastoupení čistých bílkovin byl zaznamenán v roce 2007 (**Tab.11.,Tab.13.,Obr.7.**). Vlivem ročníku byla velmi ovlivňována odrůdu Bionta, u které se obsah čistých bílkovin v rámci dusíkatých látek pohyboval v širokém rozmezí od 20,16 % do 57,40 % (**Tab.24.**).

## 5.2. Vliv jednotlivých faktorů na hodnocené výnosové prvky

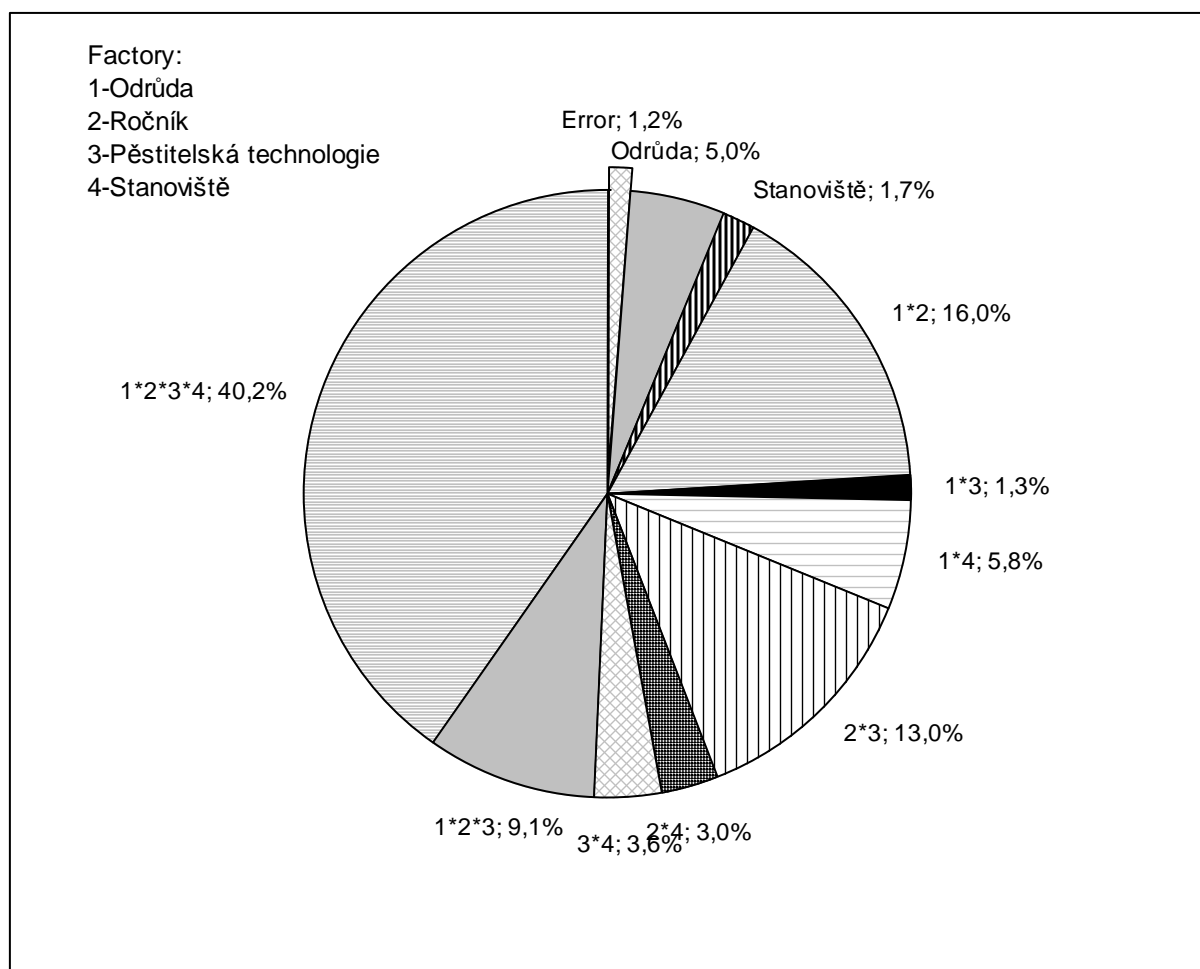
**Obrázek 8:** Vliv jednotlivých faktorů na obsah sušiny.



**Pozn.:** ANOVA; Type I SS ; variance jednotlivých komponent vyjádřená v procentech

Obsah sušiny byl z 23,5 % ovlivněn ročníkem. Vliv teploty a srážek na obsah sušiny je velice významný především v období tvorby hlíz brambor (Maggio et al., 2008), což je patrné z **Obr.1.**, kdy nevhodné vegetační podmínky v měsíci červenci v roce 2006 a určitá odrůdová citlivost na tyto podmínky ovlivnily řadu výnosových prvků. Vliv odrůdy na obsah sušiny je z 3,1 % geneticky fixován. Nejvíce je obsah sušiny v hlízách brambor závislý na interakci všech 4 faktorů: odrůdy, ročníku, pěstitelské technologii a stanovišti a to ze 35,3 %. Pěstitelská technologie v interakci se stanovištěm ovlivňuje celkový obsah sušiny ze 11,6 %, což bylo pravděpodobně dáno v případě konvenčního systému pěstování dostupností dusíku hnojením.

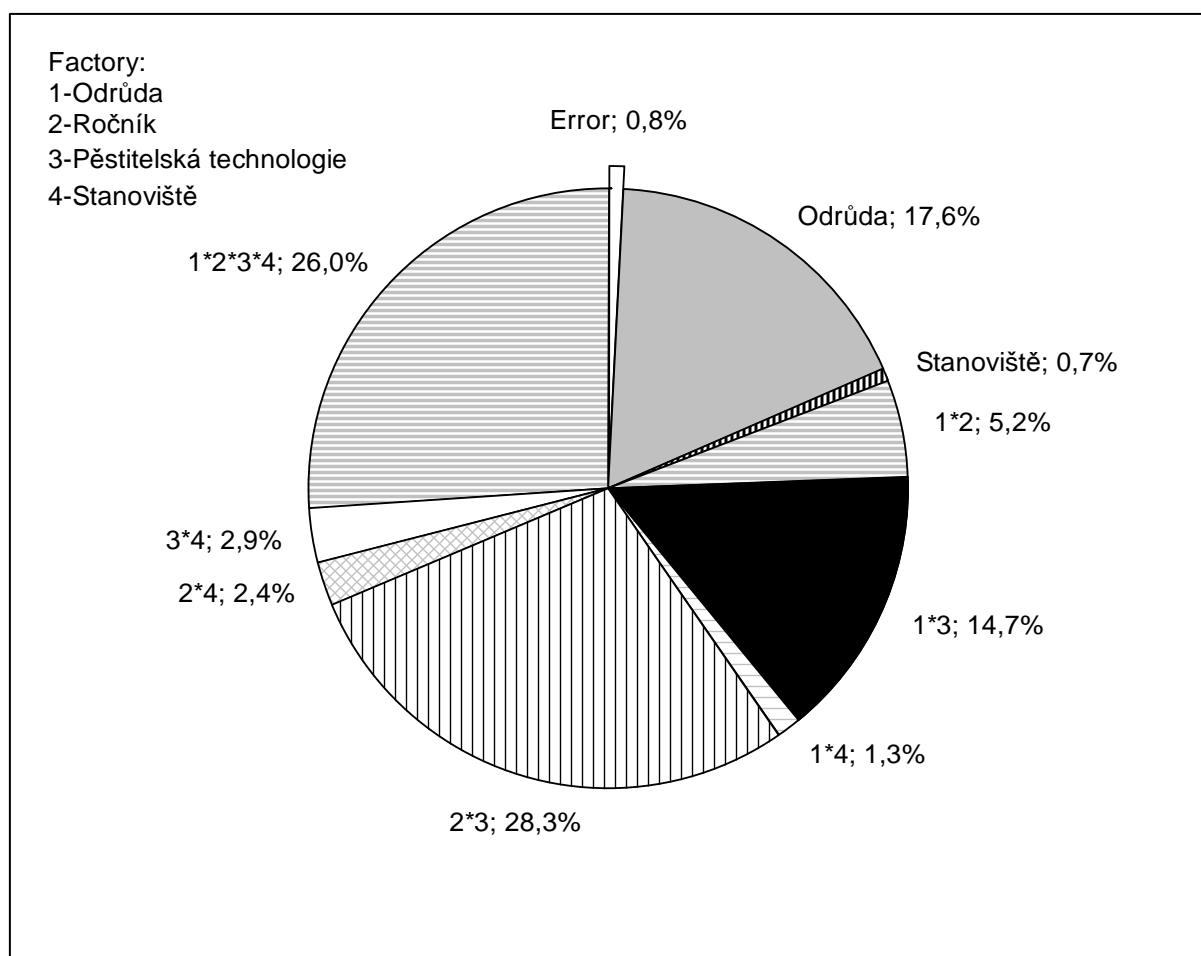
**Obrázek 9:** Vliv jednotlivých faktorů na obsah čistého proteinu.



**Pozn.:** ANOVA; Type I SS ; variance jednotlivých komponent vyjádřená v procentech

Významně na obsah čistých bílkovin působil vliv odrůdy. V interakci s ročníkem ovlivnil obsah čistých bílkovin z 16 %. Samotná genetická predispozice odrůdy se podílí z 5 %. Způsob pěstování v interakci s ročníkem se na obsahu čistých bílkovin podílely z 13 %. Dané stanoviště může svou půdní zásobeností dusíkem a polohou ovlivňovat obsah bílkovin. Stanoviště se v interakci s odrůdou podílely na obsahu čistých bílkovin z 5,8 %. Nejvýznamnější je interakce všech 4 faktorů, která ovlivňuje obsah čistých bílkovin ze 40,2 %.

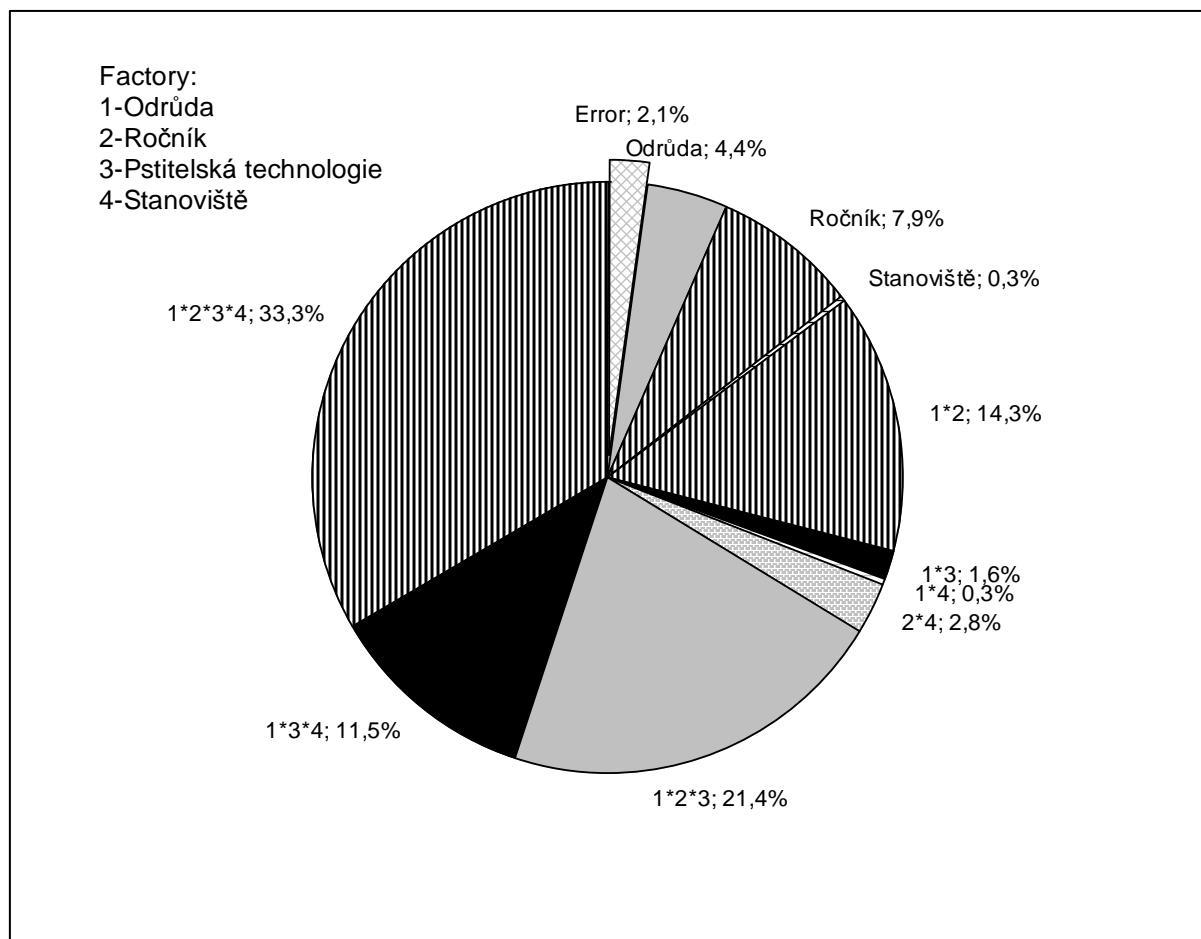
**Obrázek 10:** Vliv jednotlivých faktorů na obsah hrubého proteinu.



**Pozn.:** ANOVA; Type I SS ; variance jednotlivých komponent vyjádřená v procentech

Na celkový obsah dusíkatých látek v hlízách brambor má velký vliv zvolená pěstitelská technologie a ročník. Interakce těchto dvou faktorů ovlivnila celkový obsah dusíkatých látek z 28,3 %. Vyšší obsah dusíkatých látek především u konvenčního systému pěstování je dán aplikací dusíkatého hnojení, které značně ovlivňuje obsah dusíkatých látek v hlízách brambor. Vliv odrůdy se podílel ze 17,6 % na obsahu dusíkatých látek v hlízách brambor. V interakci se zvolenou pěstitelskou technologií ovlivnil obsah dusíkatých látek ze 14,7 %. Záleží tak na dostupnosti dusíku a schopnosti jeho příjmu u jednotlivých odrůd brambor. Interakce všech faktorů ovlivnila celkový obsah dusíkatých látek z 26 %.

**Obrázek 11:** Vliv jednotlivých faktorů na obsah čistých bílkovin z celkového obsahu dusíkatých látek.



**Pozn.:** ANOVA; Type I SS ; variance jednotlivých komponent vyjádřená v procentech

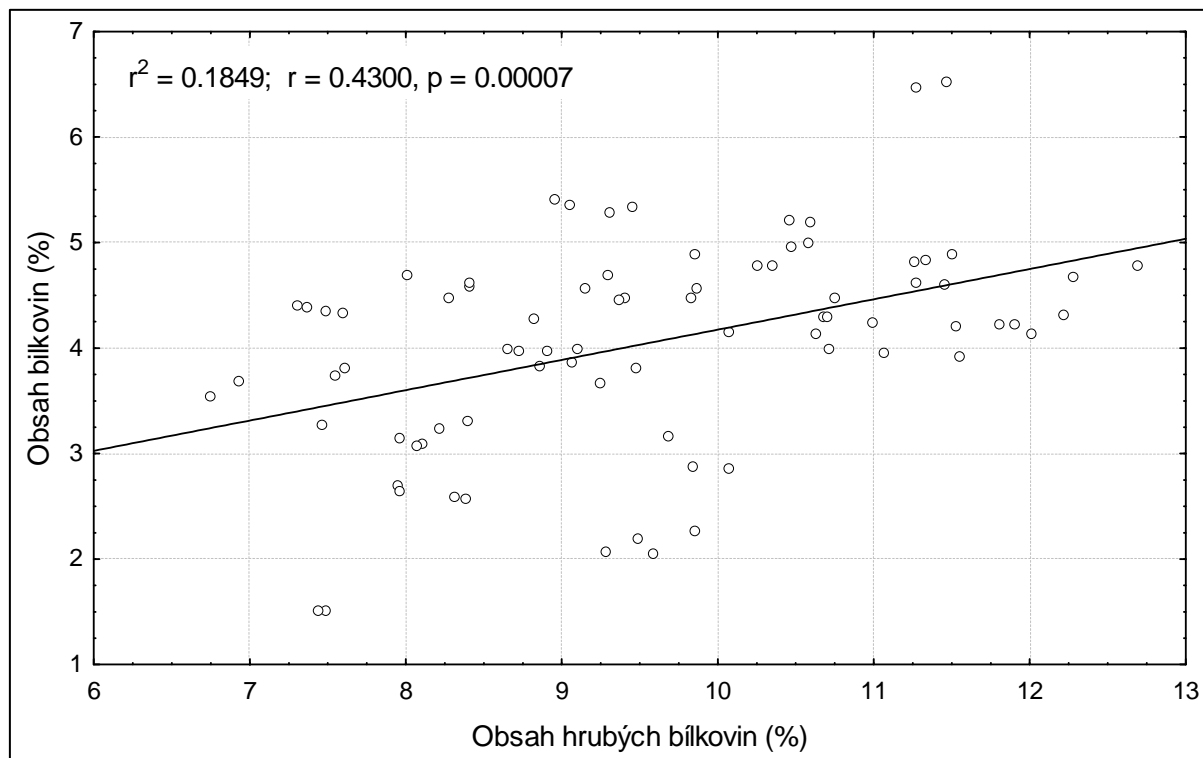
Hlavními faktory ovlivňujícími zastoupení čistých bílkovin v celkovém obsahu dusíkatých látek byl ročník a odrůda. Odrůda se podílí ze 4,4 % a ročník ze 7,9 % na zastoupení čistých bílkovin v obsahu dusíkatých látek. Tyto dva faktory se spolu podílí ze 14,3 % na zastoupení čistých bílkovin v obsahu dusíkatých látek a v interakci se způsobem pěstování z 21,4 %. Záleží tak na schopnosti odrůdy (metabolizovat dusík a tvořit bílkoviny), na ročníku (na podmínkách v období vegetace, které ovlivňují aktivitu fotosyntézy a jednotlivých metabolických drah) a na způsobu pěstování (které ovlivňuje množství dostupného dusíku). Z 33,3 % byl ovlivněn podíl čistých bílkovin interakcí všech 4 faktorů.

### 5.3. Hodnocení korelačních vztahů mezi jednotlivými parametry

Korelace určuje vzájemný vztah mezi dvěma parametry a je hodnocena pomocí korelačního koeficientu R, který může nabývat hodnot od -1 do +1.

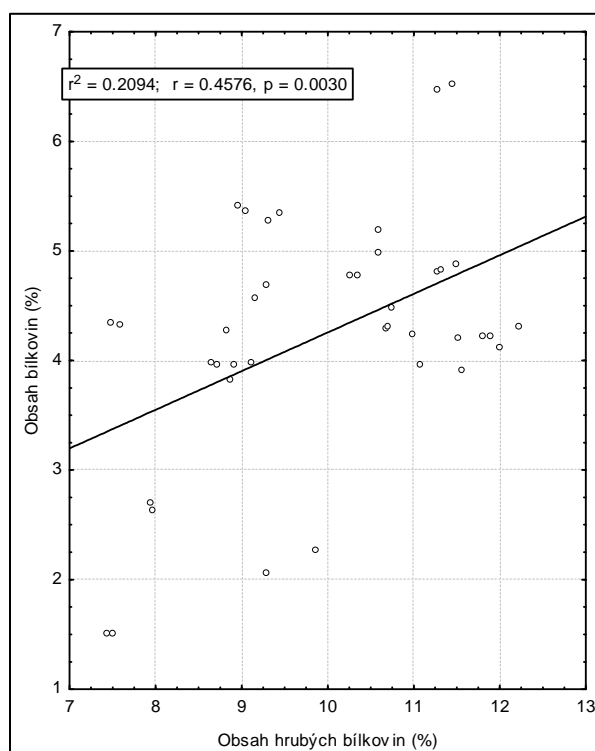
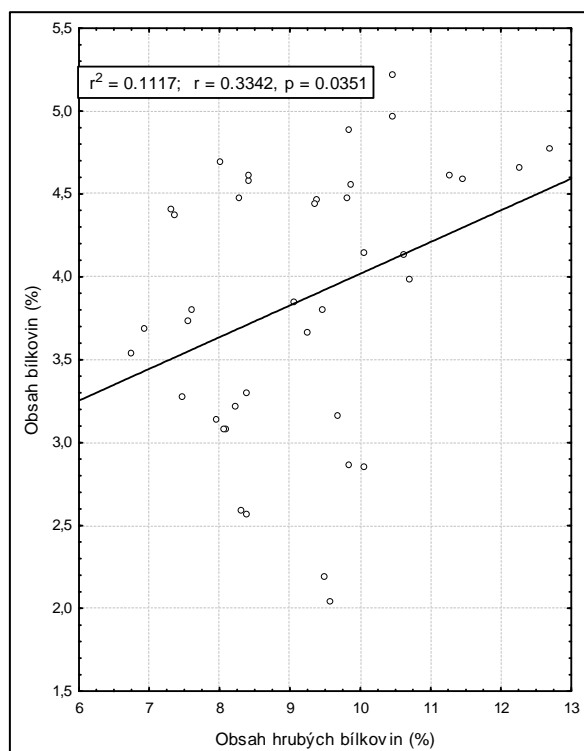
**Obrázek 12:** Korelační vztah mezi obsahem hrubých bílkovin a obsahem čistých bílkovin s ohledem na zvolený způsob pěstování.

**Obecný korelační vztah mezi obsahem hrubých bílkovin a obsahem čistých bílkovin**



**Ekologický způsob pěstování**

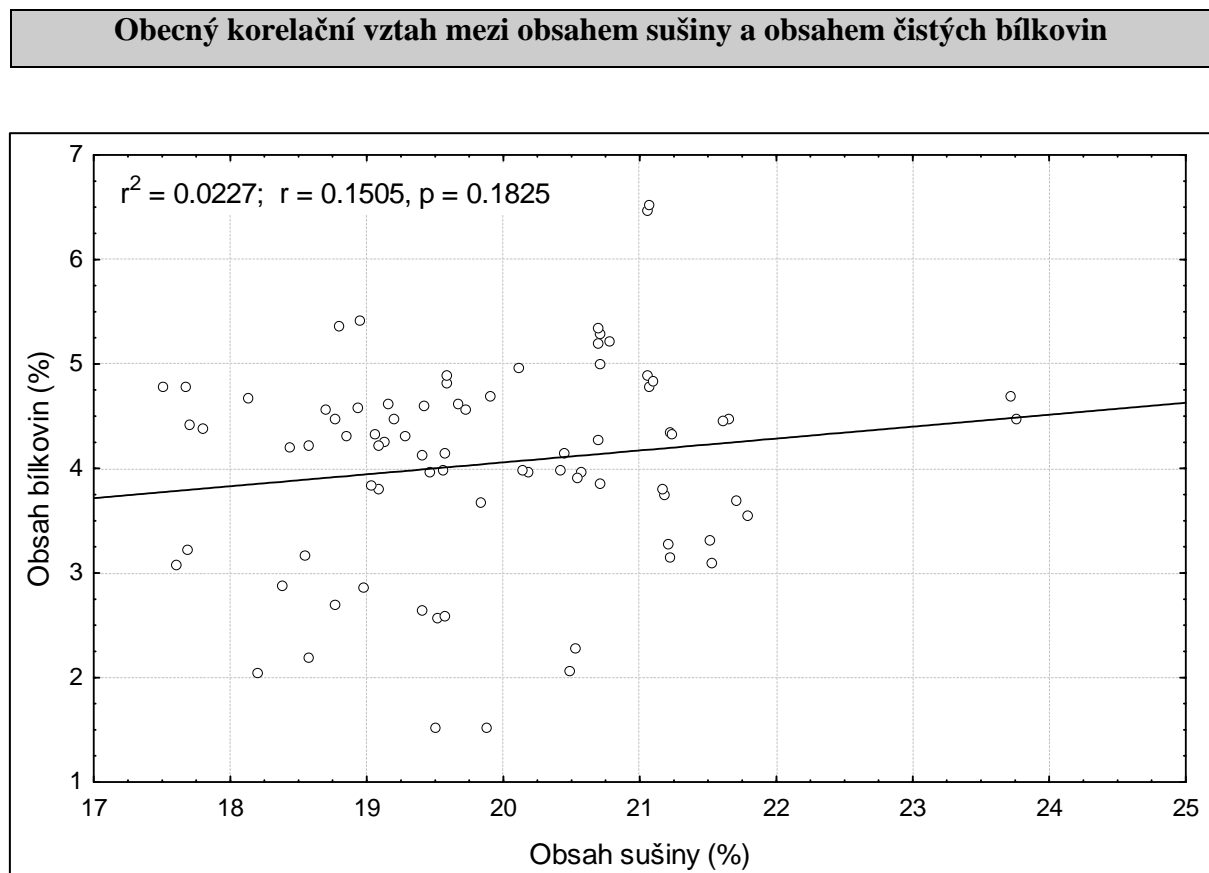
**Konvenční způsob pěstování**



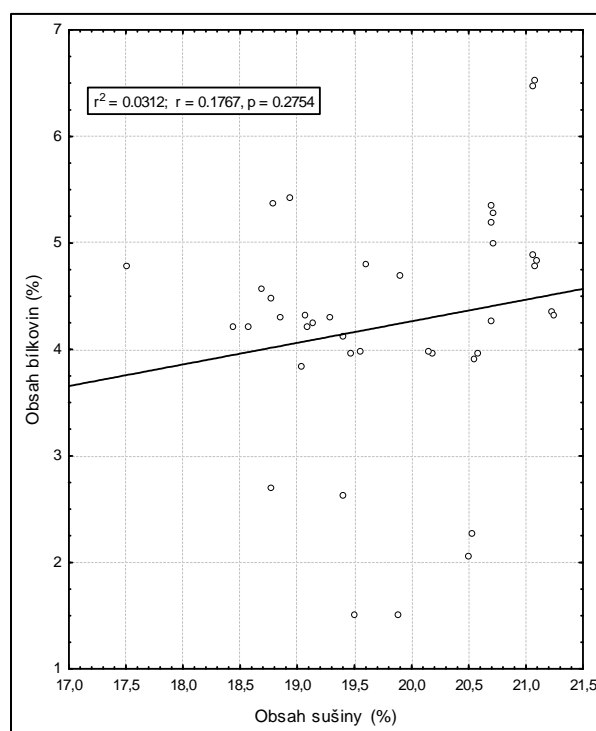
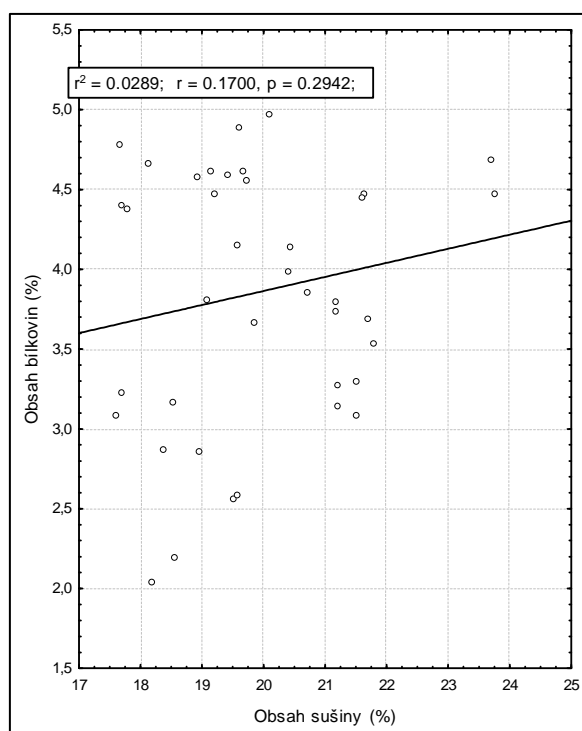
Korelační koeficient nabývá hodnoty  $r = 0,4300$  a značí tak pozitivní závislost mezi obsahem hrubých bílkovin a obsahem čistých bílkovin. Celkový obsah dusíkatých látek, tak ovlivnil obsah čistých bílkovin. Vyšší obsah dusíkatých látek umožňuje poskytnout více dusíku pro tvorbu bílkovin v hlízách brambor.

U hlíz brambor z ekologického způsobu pěstování je korelace mezi obsahem hrubých bílkovin a obsahem čistých bílkovin  $r = 0,3342$ . Závislost obsahu čistých bílkovin v hlízách z ekologického systému není tolik ovlivňována obsahem hrubých bílkovin jako je tomu v případě hlíz brambor z konvenčního způsobu pěstování. Obsah hrubých bílkovin je také mnohem proměnlivější v závislosti na daném způsobu pěstování a ročníku než obsah čistých bílkovin. U hlíz brambor z konvenčního systému pěstování je korelace mezi obsahem hrubých bílkovin a obsahem čistých bílkovin  $r = 0,4576$ . Tato vyšší závislost obou faktorů u hlíz z konvenčního systému pěstování je dána mnohem větší dostupností přístupného dusíku a možností jeho utilizace do bílkovin.

**Obrázek 13:** Korelační vztah mezi obsahem sušiny a obsahem čistých bílkovin s ohledem na zvolený způsob pěstování.





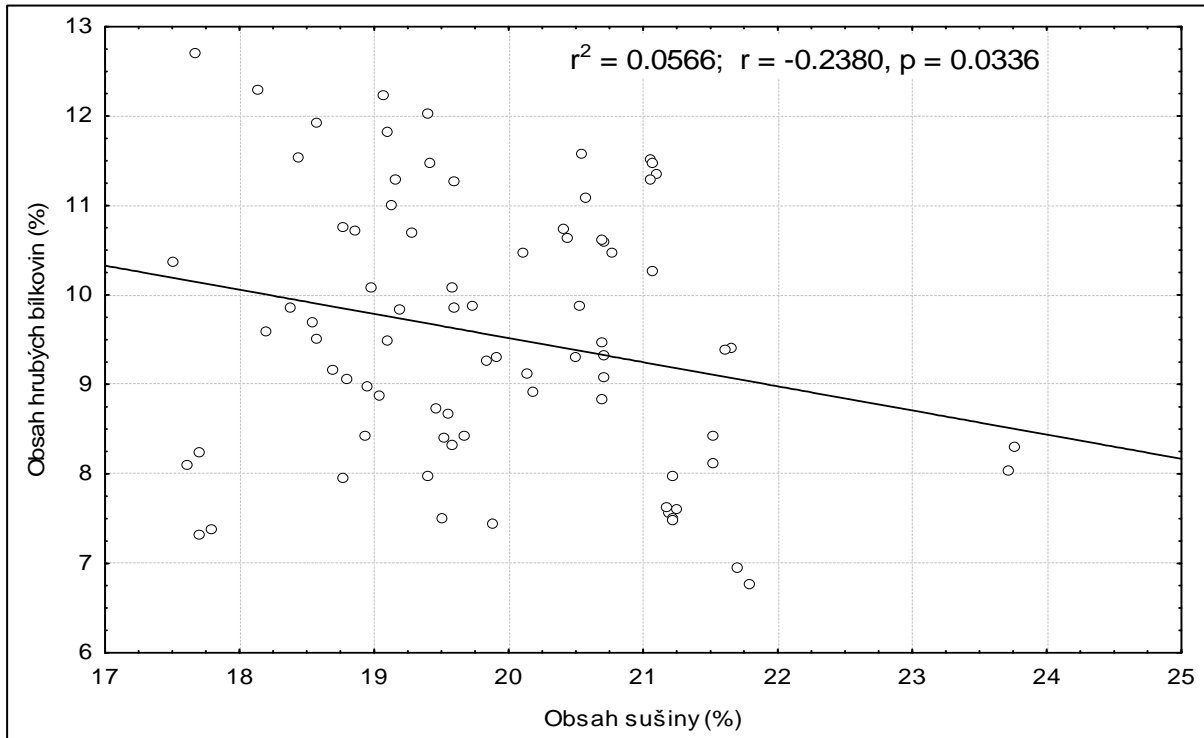
**Ekologický způsob pěstování****Konvenční způsob pěstování**

Korelační koeficient nabývá hodnoty  $r = 0,1505$  a značí tak pozitivní vztah mezi obsahem sušiny a obsahem čistých bílkovin. Vliv celkového obsahu sušiny na obsah čistých bílkovin je spíše trendem (určitým pozitivním vztahem mezi těmito dvěma faktory), než přímou závislostí. Sušina je tvořena především škrobem a dalšími sacharidy a pouze 10 % sušiny zaujímají dusíkaté látky. Obsah čistých bílkovin byl tak daleko více ovlivněn zastoupením hrubých bílkovin v sušině než přímo obsah sušiny tvořený především škrobem.

Korelační vztah mezi obsahem sušiny a obsahem čistých bílkovin u obou systémů pěstování je velmi podobný. U ekologicky pěstovaných hlíz brambor má korelační koeficient hodnotu  $r = 1,700$  a u konvenčně pěstovaných hlíz brambor hodnotu  $r = 1,767$ . Potvrzuje se tak, že na obsah čistých bílkovin má vliv spíše obsah dusíkatých látek než celkový obsah sušiny.

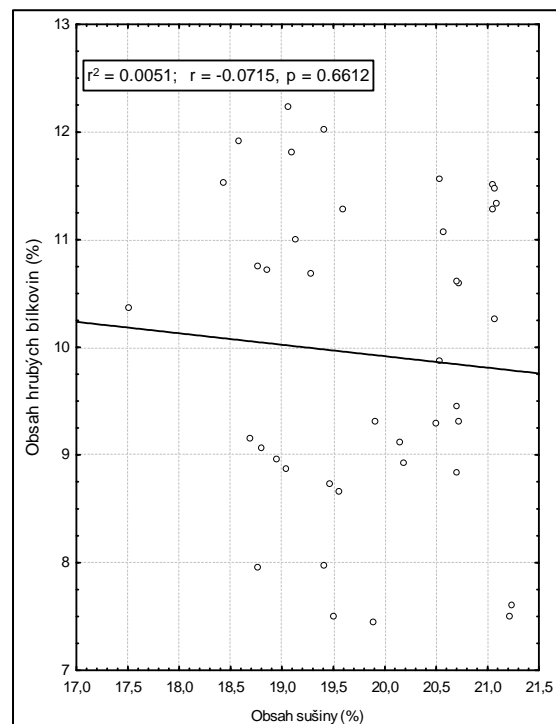
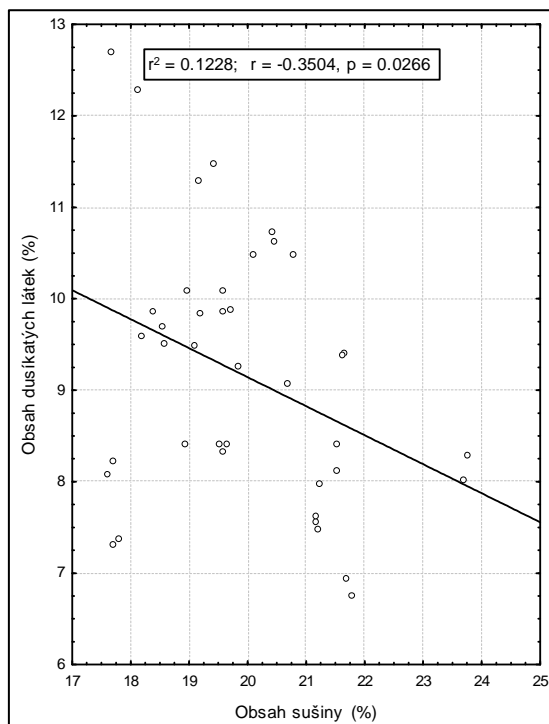
**Obrázek 14:** Korelační vztah mezi obsahem sušiny a obsahem hrubých bílkovin s ohledem na zvolený způsob pěstování.

**Obecný korelační vztah mezi obsahem sušiny a obsahem hrubých bílkovin**



**Ekologický způsob pěstování**

**Konvenční způsob pěstování**

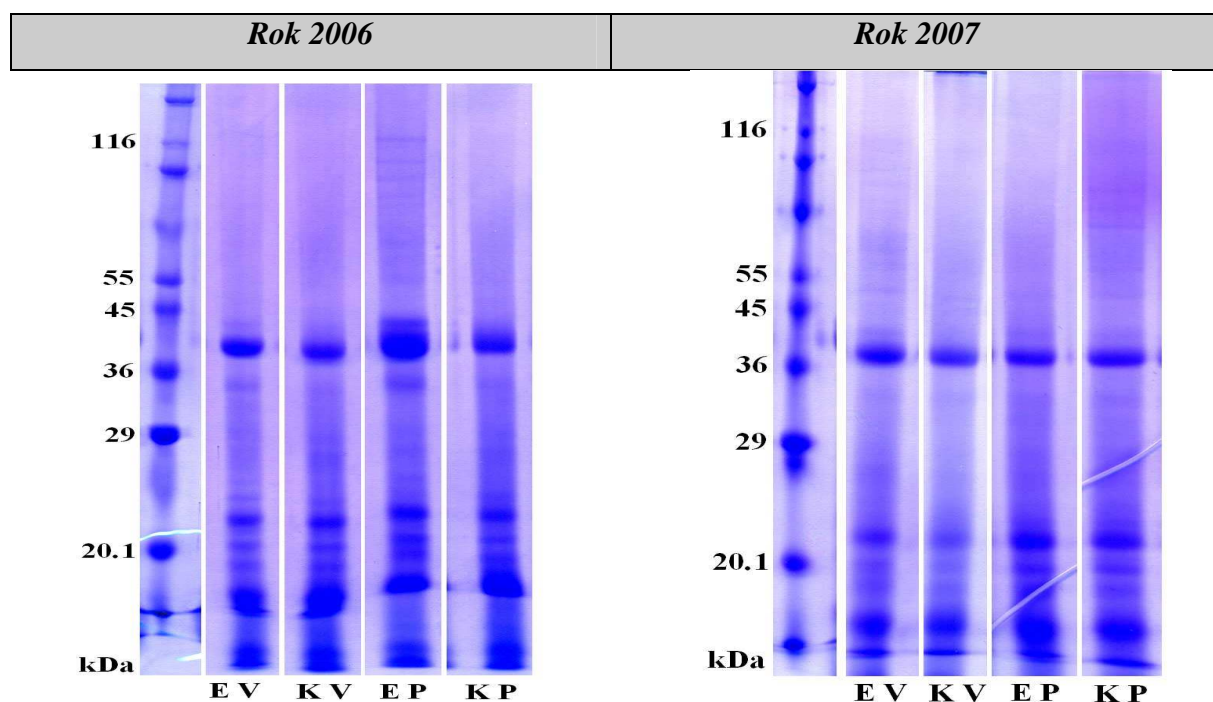


Korelační koeficient nabývá hodnoty  $r = -0,2380$  a značí tak negativní závislost mezi obsahem sušiny a obsahem hrubých bílkovin. S rostoucím obsahem sušiny klesal obsah hrubých bílkovin, neboť pravděpodobně docházelo ke kumulaci jiných obsahových látek (např. škrobu). Tento jev známý např. u odrůd určených pro zpracování na škrob – u těchto odrůd klesá během vegetace obsah dusíkatých látek, které stačí využít a roste obsah škrobu a čistých bílkovin. Roste tak obsah sušiny, ale klesá celkový obsah dusíkatých látek, především volných aminokyselin a amidů (Bárta & Bártová, 2007).

Korelační vztah mezi obsahem sušiny a obsahem hrubých bílkovin u ekologicky pěstovaných hlíz brambor má charakter nepřímé závislosti s hodnotou korelačního koeficientu  $r = -0,3504$ . Ekologicky pěstované brambory mají omezený přístup k volně dostupnému dusíku a přijímaný dusík je tak většinou intenzivněji metabolicky využíván. U konvenčně pěstovaných hlíz brambor nabývá korelační koeficient nepřímé závislosti s hodnotou korelačního koeficientu  $r = -0,0715$ . Vliv obsahu sušiny na obsah dusíkatých látek v hlízách brambor, zde nebyl tak výrazný jako u hlíz brambor z ekologického systému pěstování. V konvenčním systému pěstování mají brambory dostatečný příjem volného dusíku, který dokáží kumulovat a postupně jej využívat v metabolickém systému.

## 5.4. Hodnocení zastoupení patatinových bílkovin z SDS-PAGE profilů

**Obrázek 15:** SDS-PAGE profily hlízových bílkovin u odrůdy Bionta získaných v rámci jednotlivých variant polního pokusu.



**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

**Tab. 14:** Subjektivně hodnocený SDS-PAGE profil hlízových bílkovin odrůdy Bionta.

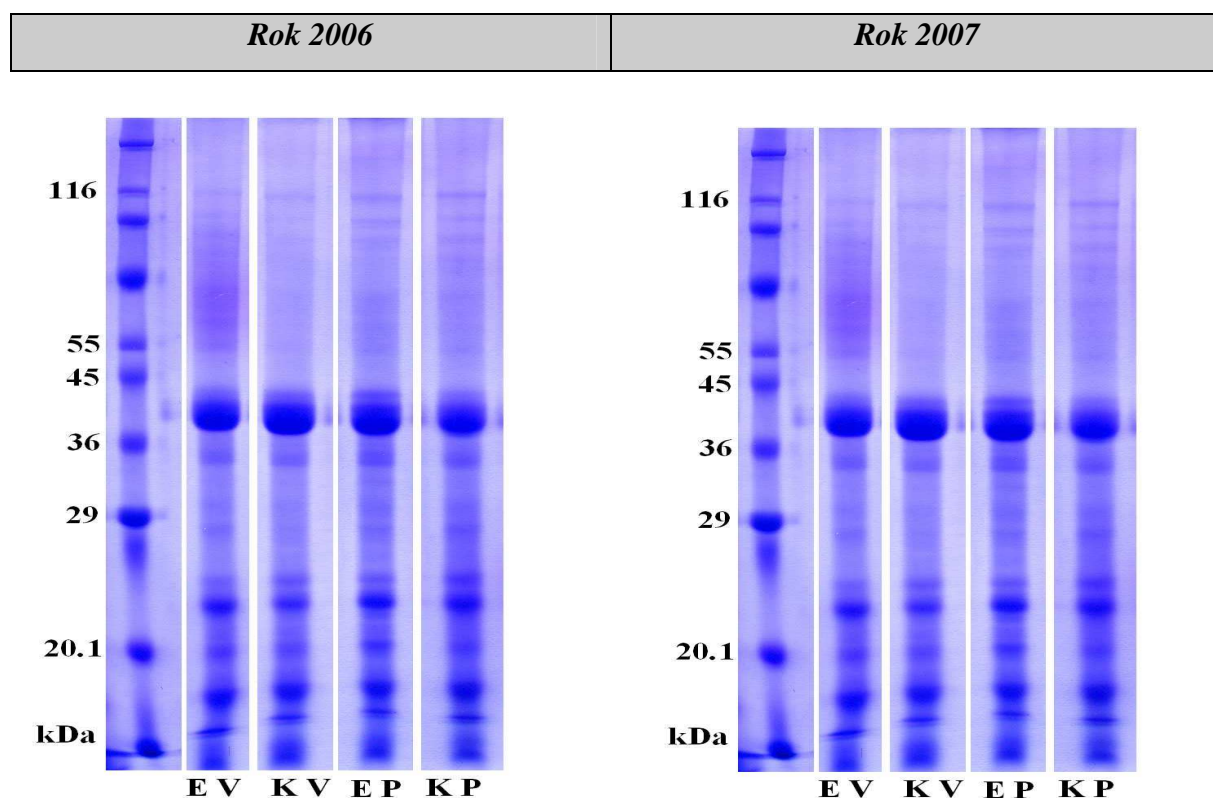
Počet pruhů na bílkovinném profilu	Rok 2006				Rok 2007			
	E V	K V	E P	K P	E V	K V	E P	K P
3 pruh			X					
2 pruh	X		X		X		X	X
1 pruh	X	X	X	X	X	X	X	X

**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

U odrůdy Bionta byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti kolem molekulové hmotnosti 40 – 45 kDa a u ročníku 2007 v oblasti kolem 40 – 43 kDa. Dolní pruh v oblasti kolem 40 kDa byl dobře patrný u všech variant. Patatin je v hlízách bramboru považován za hlavní zásobní bílkovinu a spodní pruh detekovaný u všech variant může být patatinová izoforma se zásobní funkcí. U variant z ekologického způsobu pěstování je patrný i druhý horní pruh a u varianty (E,P; 2006) je patrný také třetí horní pruh v oblasti kolem 45 kDa. Výskyt vyššího počtu pruhů, tedy izoform patatinu u variant z ekologického

způsobu pěstování může být dán určitými stresovými podmínkami např. z hlediska obrany proti škodlivým činitelům. Přesná fyziologická funkce patatinu a jeho izoformem není známa. U odrůdy Bionta byly ve všech variantách detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5 do 25 kDa. Inhibitory proteas jsou více heterogenní skupinou bílkovin a jejich úloha je spojena s obrannou funkcí proti patogenním organismům.

**Obrázek 16:** SDS-PAGE profily hlízových bílkovin u odrůdy Karin získaných v rámci jednotlivých variant polního pokusu.



**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

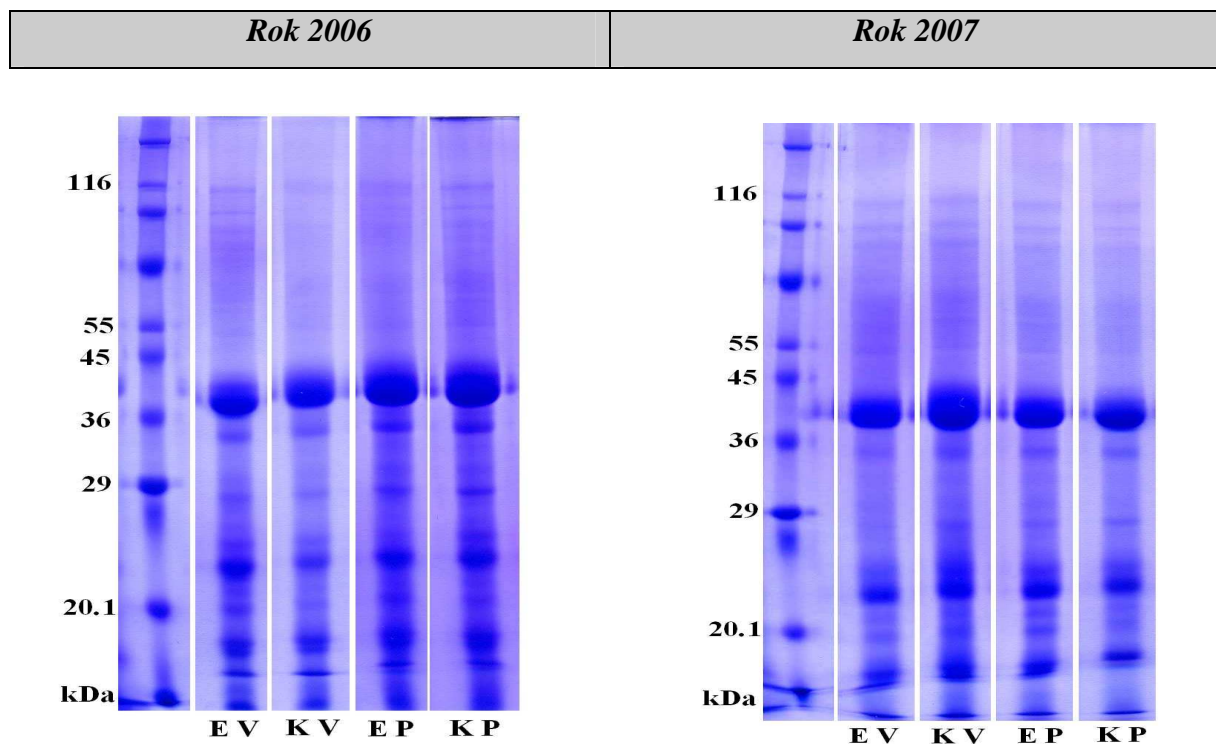
**Tab. 15:** Subjektivně hodnocený SDS-PAGE profil hlízových bílkovin odrůdy Karin.

Počet pruhů na bílkovinném profilu	Rok 2006				Rok 2007			
	E V	K V	E P	K P	E V	K V	E P	K P
3 pruh								
2 pruh			X				X	
1 pruh	X	X	X	X	X	X	X	X

**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

U odrůdy Karin byl u obou ročníků (2006, 2007) detekován patatinový komplex v oblasti kolem molekulové hmotnosti 40 – 43 kDa. Dolní patatinový pruh v oblasti kolem 40 kDa s pravděpodobně zásobní funkcí byl dobře patrný u všech variant. U variant z ekologického způsobu pěstování byl patrný i druhý slabý horní pruh v oblasti kolem 43 kDa. Brambory pěstované v ekologickém systému na stanovišti v Pacově reagovaly na určité stresové situace a je u nich patrná další patatinová izoforma s určitou fyziologickou funkcí. U odrůdy Karin ve všech variantách byly detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5 do 25 kDa s obrannou funkcí.

**Obrázek 17:** SDS-PAGE profily hlízových bílkovin u odrůdy Marabel získaných v rámci jednotlivých variant polního pokusu.



Pozn.: E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

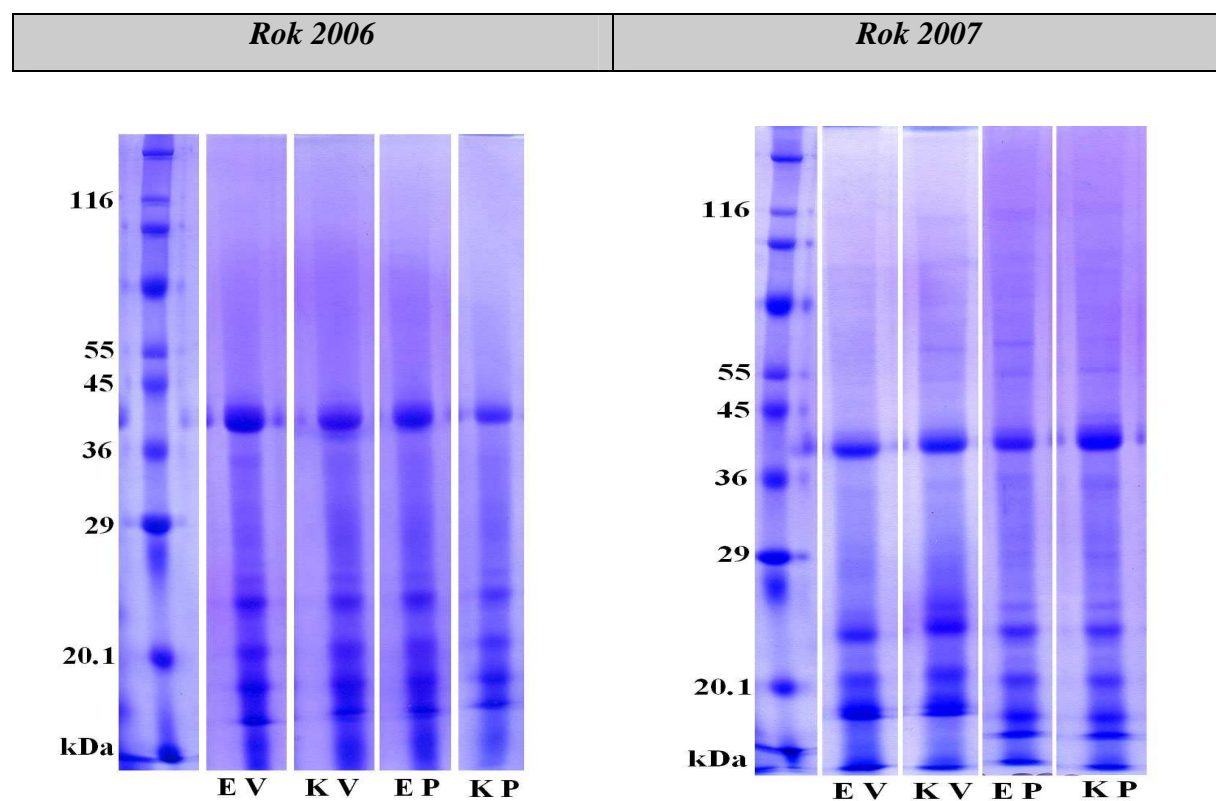
**Tab. 16:** Subjektivně hodnocený SDS-PAGE profil hlízových bílkovin odrůdy Marabel.

Počet pruhů na bílkovinném profilu	Rok 2006				Rok 2007			
	E V	K V	E P	K P	E V	K V	E P	K P
<b>3 pruh</b>			X					
<b>2 pruh</b>	X	X	X	X		X		
<b>1 pruh</b>	X	X	X	X	X	X	X	X

Pozn.: E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

U odrůdy Marabel byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti kolem molekulové hmotnosti 40 – 45 kDa a u ročníku 2007 v oblasti kolem 40 – 43 kDa. Silný dolní patatinový pruh v oblasti kolem 40 kDa s pravděpodobně zásobní funkcí byl dobře patrný u všech variant. U všech variant v roce 2006 byl patrný i druhý slabý horní pruh v oblasti kolem 43 kDa. U ekologicky pěstovaných brambor v Pacově u ročníku 2006 je možné vidět náznak třetího pruhu v oblasti kolem 45 kDa. Brambory pěstované v 2006 reagovaly na určité stresové situace a je u nich patrná patatinová izoforma s možnou obrannou funkcí. U odrůdy Marabel ve všech variantách byly detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5-25 kDa.

**Obrázek 18:** SDS-PAGE profily hlízových bílkovin u odrůdy Rosara získaných v rámci jednotlivých variant polního pokusu.



**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

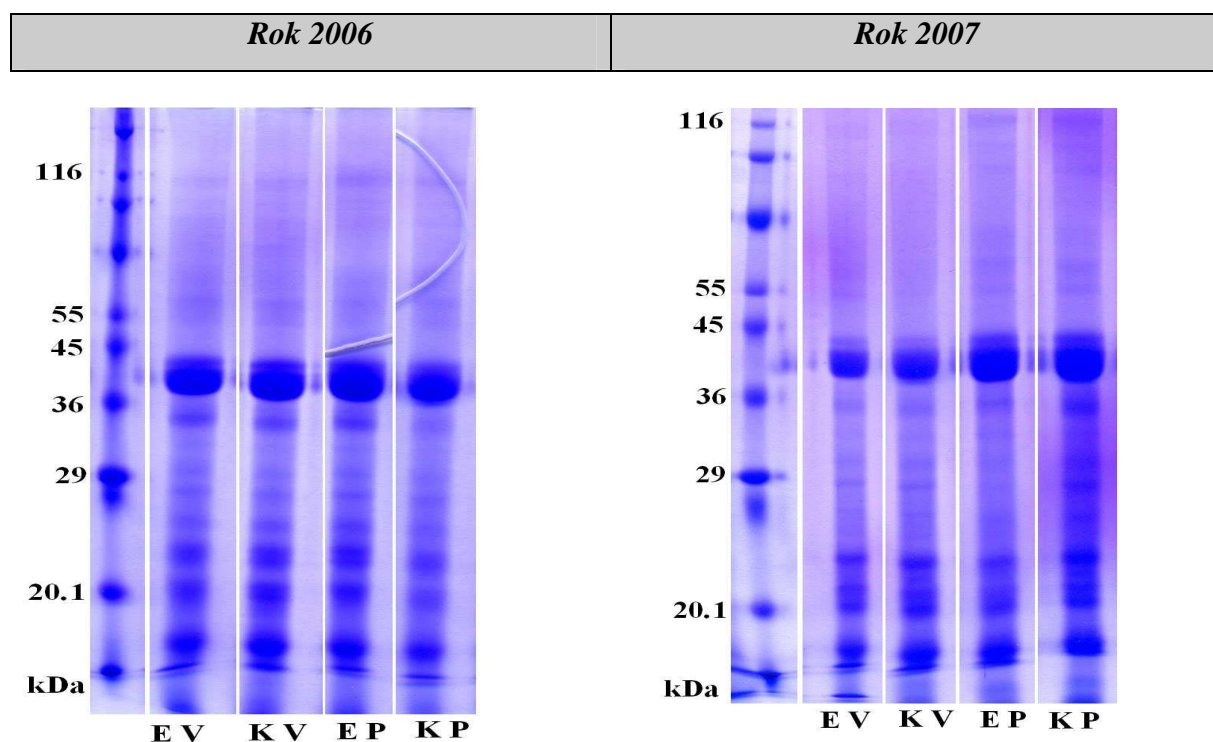
**Tab. 17:** Subjektivně hodnocený SDS-PAGE profil hlízových bílkovin odrůdy Rosara.

Počet pruhů na bílkovinném profilu	Rok 2006				Rok 2007			
	E V	K V	E P	K P	E V	K V	E P	K P
<b>3 pruh</b>								
<b>2 pruh</b>	X	X	X					
<b>1 pruh</b>	X	X	X	X	X	X	X	X

**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

U odrůdy Rosara byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti kolem molekulové hmotnosti 40 – 43 kDa a u ročníku 2007 v oblasti kolem 40 kDa. Dobře zřetelný dolní patatinový pruh v oblasti kolem 40 kDa s pravděpodobně zásobní funkcí byl dobře patrný u všech variant. U většiny variant v roce 2006 byl patrný náznak druhého slabého horního pruhu v oblasti kolem 43 kDa. Brambory pěstované v 2006 byly nejspíše vystaveny určité stresové situaci a je u nich patrná patatinová izoforma s možnou obrannou funkcí. Odrůda Rosara obsahuje celkově nízký obsah bílkovin patatinového komplexu. U odrůdy Rosara ve všech variantách byly detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5-25 kDa s obrannou funkcí.

**Obrázek 19:** SDS-PAGE profily hlízových bílkovin u odrůdy Satina získaných v rámci jednotlivých variant polního pokusu.



**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov



**Tab. 18:** Subjektivně hodnocený SDS-PAGE profil hlízových bílkovin odrůdy Satina.

Počet pruhů na bílkovinném profilu	Rok 2006				Rok 2007			
	E V	K V	E P	K P	E V	K V	E P	K P
<b>3 pruh</b>								
<b>2 pruh</b>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>1 pruh</b>	X	X	X	X	X	X	X	X

**Pozn.:** E – ekologicky, K – konvenčně, V – Volyně, P – Pacov

U odrůdy Satina byl u obou ročníků (2006, 2007) detekován patatinový komplex v oblasti kolem hmotnosti 40 – 43 kDa. Silný dolní patatinový pruh v oblasti kolem 40 kDa se zásobní funkcí byl dobře patrný u všech variant. U všech variant u obou ročníků byl patrný i druhý horní pruh v oblasti kolem 43 kDa. U většiny ekologicky pěstovaných brambor byl patatinový pruh v oblasti kolem 43 kDa silný a zřetelný. U zbylých variant je patrný náznak této patatinové izoformy s určitou fyziologickou funkcí. U odrůdy Satina ve všech variantách byly detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5-25 kDa s obrannou funkcí proti patogenním organismům.

## **6. PŘÍLOHY**

**Tab.19:** Statistické vyhodnocení sledovaných kvalitativních faktorů v závislosti na zvolené odrůdě, způsobu pěstování a stanovišti v roce 2006.

<b>Rok 2006</b>								
<i>Odrůda</i>	<i>Obsah sušiny</i>		<i>Obsah čistého proteinu v sušině</i>		<i>Obsah hrubého proteinu v sušině (Nx6,25)</i>		<i>Podíl čistého proteinu v celkovém obsahu N-látek</i>	
	(%)		(%)		(%)		(%)	
Stanoviště	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov
<b>EKOLOGICKÉ</b>								
Bionta	18,39ab	18,69abcd	2,11b	2,86cd	9,54klmn	9,96mnop	22,15ab	28,69bc
Karin	20,28bcdefghi	20,45bcdefghi	3,75fghi	5,09qrs	9,16ijkl	10,47opq	41,00fghijkl	48,58mnopq
Marabel	18,83abcd	19,66abcdefgh	3,48efg	4,35jklmnop	9,58klmn	9,97mnop	36,34defgh	43,62hijklmno
Rosara	17,91a	19,29abcdefg	4,72nopq	4,60lmnopq	12,49u	11,37rst	37,76defghi	40,43efghijk
Satina	19,13abcdefg	19,40abcdefg	4,60lmnopq	4,67mnopq	8,41efghi	9,84lmno	54,65qrst	47,48klmnopq
<b>KONVENČNÍ</b>								
Bionta	19,70abcdefghi	19,09abcdef	1,51a	2,66bcd	7,47abc	7,96bcdef	20,16a	33,45cde
Karin	19,34abcdefg	19,30abcdefg	4,56lmnopq	4,77opqr	11,75tu	10,31nopq	38,92efghij	46,23jklmnop
Marabel	19,31abcdefg	19,03abcde	4,62lmnopq	4,38klmnop	9,23jklm	10,72pqrs	50,09opqrs	40,87fghijkl
Rosara	18,51ab	19,00abcde	4,20ijklmno	4,27ijklmnop	11,72tu	10,85qrs	35,89cdefg	39,34efghij
Satina	20,13bcdefghi	19,26abcdefg	4,12hijklm	3,89ghijk	8,74fghij	8,80ghij	47,11klmnop	44,24ijklmno

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 20:** Statistické vyhodnocení sledovaných kvalitativních faktorů v závislosti na zvolené odrůdě, způsobu pěstování a stanovišti v roce 2007.

<b>Rok 2007</b>								
<i>Odrůda</i>	<i>Obsah sušiny</i>		<i>Obsah čistého proteinu v sušině</i>		<i>Obsah hrubého proteinu v sušině (Nx6,25)</i>		<i>Podíl čistého proteinu v celkovém obsahu N-látek</i>	
	(%)		(%)		(%)		(%)	
Stanoviště	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov	Volyně	Pacov
<b>EKOLOGICKÉ</b>								
Bionta	21,53hi	21,19fghi	3,19def	3,76fghij	8,26cdefgh	7,58abcd	38,60efghi	49,63nopqr
Karin	17,76a	23,75j	4,39klmnop	4,58lmnopq	7,34ab	8,15cdefg	59,76t	56,17rst
Marabel	19,56abcdefg	21,64hi	2,57bc	4,45klmnop	8,35defgh	9,39jklm	30,81cd	47,45klmnopq
Rosara	17,66a	20,44bcdefghi	3,15cde	4,05ghijkl	8,15cdefg	10,67pqrs	38,60efghi	37,97defghi
Satina	21,76ij	21,23ghi	3,61efgh	3,20def	6,85a	7,72bcde	52,71pqrst	41,56fghijklm
<b>KONVENČNÍ</b>								
Bionta	21,24ghi	20,17bcdefghi	4,33ijklmnop	3,97ghijk	7,55abc	9,01hijk	57,40st	44,01ijklmno
Karin	20,52cdefghi	21,08efghi	2,16b	4,85pqrs	9,57klmn	11,42st	22,54ab	42,48ghijklmn
Marabel	21,07efghi	20,71defghi	6,49t	5,09qrs	11,37rst	10,59opqrs	57,04st	48,01lmnopq
Rosara	19,26abcdefg	20,57cdefghi	4,17hijklmn	3,93ghijk	11,91tu	11,32rst	34,98cdef	34,76cdef
Satina	18,88abcd	20,71defghi	5,38s	5,30rs	9,01hijk	9,38jklm	59,74t	56,54rst

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 21:** Statistické vyhodnocení obsahu sušiny v závislosti na zvolené odrůdě, ročníku, způsobu pěstování a stanovišti.

Odrůda	Rok	Způsob pěstování	Stanoviště	Sušina (%)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
R	2007	E	v	17,66	a									
K	2007	E	v	17,76	a									
R	2006	E	v	17,91	a									
B	2006	E	v	18,39	ab	ab								
R	2006	K	v	18,51	ab	ab	ab							
B	2006	E	p	18,69	abcd	abcd	abcd	abcd						
M	2006	E	v	18,83	abcd	abcd	abcd	abcd						
S	2007	K	v	18,88	abcd	abcd	abcd	abcd						
R	2006	K	p	19,00	abcde	abcde	abcde	abcde	abcde					
M	2006	K	p	19,03	abcde	abcde	abcde	abcde	abcde					
B	2006	K	p	19,09	abcdef	abcdef	abcdef	abcdef	abcdef	abcdef				
S	2006	K	p	19,26	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg			
R	2007	K	v	19,26	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg		
R	2006	E	p	19,29	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg		
K	2006	K	p	19,30	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg		
S	2006	E	v	19,31	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	
M	2006	K	v	19,31	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	
K	2006	K	v	19,34	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	
S	2006	E	p	19,40	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	abcdefg	
M	2007	E	v	19,56	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	
M	2006	E	p	19,66	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	abcdefgh	
B	2006	K	v	19,70	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi	abcdefghi
S	2006	K	v	20,13		bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi
B	2007	K	p	20,17		bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi
K	2006	E	v	20,28		bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi
R	2007	E	p	20,44		bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi
K	2006	E	p	20,45		bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi	bcdefghi
K	2007	K	v	20,52			cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi
R	2007	K	p	20,57			cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi	cdefghi
M	2007	K	p	20,71				defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi
S	2007	K	p	20,71				defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi
M	2007	K	v	21,07					efghi	efghi	efghi	efghi	efghi	efghi
K	2007	K	p	21,08					efghi	efghi	efghi	efghi	efghi	efghi
B	2007	E	p	21,19						fghi	fghi	fghi	fghi	fghi
S	2007	E	p	21,23							ghi	ghi	ghi	ghi
B	2007	K	v	21,24							ghi	ghi	ghi	ghi
B	2007	E	v	21,53								hi	hi	hi
M	2007	E	p	21,64								hi	hi	hi
S	2007	E	v	21,76									ij	ij
K	2007	E	p	23,75										j

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab.22:** Statistické vyhodnocení obsahu čistých bílkovin v závislosti na zvolené odrůdě, ročníku, způsobu pěstování a stanovišti.

Odrůda	Rok	Způsob pěstování	Stanoviště	Bílkoviny (%)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
B	2006	K	v	1,51	a																			
B	2006	E	v	2,11		b																		
K	2007	K	v	2,16		b																		
M	2007	E	v	2,57		bc	bc																	
B	2006	K	p	2,66		bcd	bed	bed																
B	2006	E	p	2,86			cd	cd																
R	2007	E	v	3,15			cde	cde	cde															
B	2007	E	v	3,19				def	def	def														
S	2007	E	p	3,20				def	def	def														
M	2006	E	v	3,48					efg	efg	efg													
S	2007	E	v	3,61					efgh	efgh	efgh	efgh												
K	2006	E	v	3,75						fghi	fghi	fghi	fghi											
B	2007	E	p	3,76						fghij	fghij	fghij	fghij	fghij										
S	2006	K	p	3,89							ghijk	ghijk	ghijk	ghijk	ghijk									
R	2007	K	p	3,93							ghijk	ghijk	ghijk	ghijk	ghijk									
B	2007	K	p	3,97							ghijk	ghijk	ghijk	ghijk	ghijk									
R	2007	E	p	4,05							ghijkl	ghijkl	ghijkl	ghijkl	ghijkl	ghijkl								
S	2006	K	v	4,12								hijklm	hijklm	hijklm	hijklm	hijklm	hijklm							
R	2007	K	v	4,17								hijklmn	hijklmn	hijklmn	hijklmn	hijklmn	hijklmn	hijklmn						
R	2006	K	v	4,20									ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno					
R	2006	K	p	4,27									ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop			
B	2007	K	v	4,33									ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop			
M	2006	E	p	4,35										jklmnop	jklmnop	jklmnop	jklmnop	jklmnop	jklmnop	jklmnop	jklmnop			
M	2006	K	p	4,38											klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop			
K	2007	E	v	4,39											klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop			
M	2007	E	p	4,45											klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop			
K	2006	K	v	4,56												lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq		
K	2007	E	p	4,58												lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq		
S	2006	E	v	4,60												lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq		
R	2006	E	p	4,60												lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq		
M	2006	K	v	4,62												lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq		
S	2006	E	p	4,67												mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq		
R	2006	E	v	4,72														nopq	nopq	nopq	nopq	nopq		
K	2006	K	p	4,77															opqr	opqr	opqr	opqr		
K	2007	K	p	4,85																pqrs	pqrs	pqrs	pqrs	
M	2007	K	p	5,09																	qrs	qrs	qrs	
K	2006	E	p	5,09																	qrs	qrs	qrs	
S	2007	K	p	5,30																		rs	rs	
S	2007	K	v	5,38																			s	
M	2007	K	v	6,49																				t

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab.23:** Statistické vyhodnocení obsahu hrubých bílkovin v závislosti na zvolené odrůdě, ročníku, způsobu pěstování a stanovišti.

Odrůda	Rok	Způsob pěstování	Stanoviště	Hrubé bílkoviny(%)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
S	2007	E	v	6,85	a																						
K	2007	E	v	7,34	ab	ab																					
B	2006	K	v	7,47	abc	abc	abc																				
B	2007	K	v	7,55	abc	abc	abc																				
B	2007	E	p	7,58	abcd	abcd	abcd	abcd																			
S	2007	E	p	7,72		bcde	bcde	bcde	bcde																		
B	2006	K	p	7,96		bcdef	bcdef	bcdef	bcdef	bcdef																	
R	2007	E	v	8,15			cdefg	cdefg	cdefg	cdefg	cdefg																
K	2007	E	p	8,15			cdefg	cdefg	cdefg	cdefg	cdefg																
B	2007	E	v	8,26			cdefgh	cdefgh	cdefgh	cdefgh	cdefgh	cdefgh															
M	2007	E	v	8,35			defgh	defgh	defgh	defgh	defgh	defgh															
S	2006	E	v	8,41				efghi	efghi	efghi	efghi	efghi	efghi														
S	2006	K	v	8,74					efghij	efghij	efghij	efghij	efghij														
S	2006	K	p	8,80						ghij	ghij	ghij	ghij	ghij	ghij												
S	2007	K	v	9,01							hijk	hijk	hijk	hijk	hijk												
B	2007	K	p	9,01								hijk	hijk	hijk	hijk												
K	2006	E	v	9,16									ijkl	ijkl	ijkl	ijkl											
M	2006	K	v	9,23										ijklm	ijklm	ijklm	ijklm										
S	2007	K	p	9,38											ijklm	ijklm	ijklm	ijklm									
M	2007	E	p	9,39												klmn	klmn	klmn	klmn								
B	2006	E	v	9,54												klmn	klmn	klmn	klmn								
K	2007	K	v	9,57												klmn	klmn	klmn	klmn								
M	2006	E	v	9,58												klmn	klmn	klmn	klmn								
S	2006	E	p	9,84												lmno	lmno	lmno	lmno								
B	2006	E	p	9,96													mnop	mnop	mnop	mnop							
M	2006	E	p	9,97													mnop	mnop	mnop	mnop							
K	2006	K	p	10,31														nopq	nopq	nopq	nopq						
K	2006	E	p	10,47															opq	opq	opq						
M	2007	K	p	10,59																opqrs	opqr	opqr	opqr				
R	2007	E	p	10,67																	pqrs	pqrs	pqrs	pqrs			
M	2006	K	p	10,72																		pqrs	pqrs	pqrs	pqrs		
R	2006	K	p	10,85																			qrs	qrs	qrs		
R	2007	K	p	11,32																				rst	rst	rst	
R	2006	E	p	11,37																					rst	rst	
M	2007	K	v	11,37																						rst	
K	2007	K	p	11,42																						st	
R	2006	K	v	11,72																						tu	tu
K	2006	K	v	11,75																						tu	tu
R	2007	K	v	11,91																						tu	tu
R	2006	E	v	12,49																							u

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 24:** Statistické vyhodnocení zastoupení čistých bílkovin v celkovém obsahu dusíkatých látek v závislosti na zvolené odrůdě, ročníku, způsobu pěstování a stanovišti.

Odrůda	Rok	Zp. pěst.	Stan.	Bílkoviny/ Hrubé bílk.(%)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
B	2006	K	v	20,16	a																				
B	2006	E	v	22,15	ab	ab																			
K	2007	K	v	22,54	ab	ab																			
B	2006	E	p	28,69		bc	bc																		
M	2007	E	v	30,81			cd	cd																	
B	2006	K	p	33,45			cde	cde	cde																
R	2007	K	p	34,76			cdef	cdef	cdef	cdef															
R	2007	K	v	34,98			cdef	cdef	cdef	cdef															
R	2006	K	v	35,89			cdefg	cdefg	cdefg	cdefg															
M	2006	E	v	36,34			defgh	defgh	defgh	defgh	defgh														
R	2006	E	v	37,76			defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi													
R	2007	E	p	37,97			defghi	defghi	defghi	defghi	defghi	defghi													
R	2007	E	v	38,60			efghi	efghi	efghi	efghi	efghi	efghi													
B	2007	E	v	38,60			efghi	efghi	efghi	efghi	efghi	efghi													
K	2006	K	v	38,92			efghij	efghij	efghij	efghij	efghij	efghij	efghij												
R	2006	K	p	39,34			efghij	efghij	efghij	efghij	efghij	efghij	efghij												
R	2006	E	p	40,43			efghijk	efghijk	efghijk	efghijk	efghijk	efghijk	efghijk												
M	2006	K	p	40,87			fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl											
K	2006	E	v	40,99			fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl	fghijkl											
S	2007	E	p	41,56			fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm										
K	2007	K	p	42,48			fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm	fghijklm									
M	2006	E	p	43,62			hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno	hijklmno
B	2007	K	p	44,01			ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	
S	2006	K	p	44,24			ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	ijklmno	
K	2006	K	p	46,23			ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	ijklmnop	
S	2006	K	v	47,11			klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	klmnop	
M	2007	E	p	47,45			klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	
S	2006	E	p	47,48			klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	klmnopq	
M	2007	K	p	48,01			lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	lmnopq	
K	2006	E	p	48,58			mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	mnopq	
B	2007	E	p	49,63			nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	nopqr	
M	2006	K	v	50,09			opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	opqrs	
S	2007	E	v	52,71			pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	pqrst	
S	2006	E	v	54,65			qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	qrst	
K	2007	E	p	56,17			rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	
S	2007	K	p	56,54			rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	rst	
M	2007	K	v	57,04			st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	
B	2007	K	v	57,40			st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	st	
S	2007	K	v	59,74			t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	
K	2007	E	v	59,76			t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	

**Pozn.:** ANOVA; Tukey HSD test; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$



## **7. DISKUSE**

Vnitřní kvalitu konzumních brambor tvoří nutriční a zpracovatelská hodnota, jejíž podstatou je chemické složení hlíz. Urban & Šarapatka (2003) uvádějí, že ekologické pěstování brambor může pozitivně ovlivňovat vnitřní kvalitu hlíz tzn. chemické složení s jednotlivými významnými látkami. To také potvrzují Prugar & Zrůst (2000) a Bárta et al. (2008a). Chemické složení hlíz brambor je především významně ovlivňováno stanovištěm, odrůdou, ročníkem a způsobem pěstování (Lachman et al., 2005a). Vliv těchto faktorů uvádí většina autorů: Maggio et al., (2008); Bárta et al., (2008a); Prugar & Zrůst, (2000); Willer & Youssefi, (2007); Dvořák & Bicanová, (2007); Vokál et al., (2004); Diviš et al., (2004); Hamouz et al., (2005); Prugar, (2000).

Brambory průměrně obsahují kolem 20 % sušiny, z čehož připadá 18 % na sacharidy (zejména škrob) a 2 % na bílkoviny (Navarre et al., 2009). Bradshaw & Ramsay (2009) uvádějí obsah sušiny kolem 15-28 % v čerstvé hmotnosti hlíz. Urban & Šarapatka (2003) uvádějí, že ekologické produkty mají z hlediska technologické jakosti obvykle vyšší obsah sušiny (a tím i obsahy některých složek, např. vitamínů a minerálů) a jsou lépe skladovatelné. Konvalina et al. (2007) zase uvádějí, že kvalita hlíz brambor v ekologickém zemědělství je vyšší, ale za cenu snížení výnosů a to až o 30 % v neprospěch ekologického pěstování. Hajšlová et al. (2005) uvádí dokonce nižší výnos ekologických brambor až o 50 %. V rámci řešení této diplomové práce byl zjištěn obsah sušiny u ekologicky pěstovaných brambor na úrovni 19,93 % z čerstvé hmoty hlíz a u konvenčně pěstovaných brambor na úrovni 19,84 %. Rozdíl v obsahu sušiny je tak velice nepatrný, a to ve prospěch ekologicky pěstovaných brambor. Tento rozdíl však není statisticky průkazný. Konvalina et al. (2007) uvádí na základě pokusů VÚRV Praha v letech 1994-1998 obsah sušiny u ekologicky pěstovaných brambor 21,50 % z čerstvé hmoty hlíz a 22,30 % u konvenčně pěstovaných hlíz brambor, přičemž výnos v byl u ekologicky pěstovaných brambor 35,6 t.ha<sup>-1</sup> a u konvenčně pěstovaných brambor 47,6 t.ha<sup>-1</sup>. Bárta et al. (2008a) uvádí na základě pokusů ekologicky a konvenčně pěstovaných brambor v letech 2002-2004 obsah sušiny u ekologické produkce 13,9 % a u konvenční produkce 13,16 % z čerstvé hmoty hlíz. Z výsledků této diplomové práce vychází, že nejvíce byl obsah sušiny v hlízách brambor ovlivněn ročníkem a stanovištěm. Vliv genotypu odrůdy ovlivnil obsah sušiny z 3,9 %. U jednotlivých odrůd se pohyboval v rozmezí od 17,66 % (Rosara) do 23,75 % (Karin). Bárta et al. (2000) uvádí

na základě dvouletých polních pokusů vliv ročníku, stanoviště, odrůdy a způsobu pěstování na obsah sušiny, přičemž největší rozdíly byly patrné mezi jednotlivými stanovišti a ročníky.

Navarre et al. (2009) uvádí obsah hrubých bílkovin kolem 2 % v čerstvé hmotnosti hlíz brambor, což představuje přibližně 10 % v sušině. Stejně množství dusíkatých látek uvádí také Bárta & Čurn (2004). Bradshaw & Ramsay (2009) uvádějí obsah hrubých bílkovin v rozmezí 0,6-2 % v čerstvé hmotnosti hlíz. Z výsledků pokusů této diplomové práce vyplývá, že obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor je významně ovlivňován ročníkem, způsobem pěstování a genotypem odrůdy. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování byl obsah hrubých bílkovin 9,16 %; v hlízách brambor z konvenční produkce byl obsah hrubých bílkovin vyšší, a to 9,93 % obsahu sušiny. Rozdíl v obsahu hrubých bílkovin mezi ekologickým a konvenčním způsobem pěstování je statisticky průkazný. Diviš & Bárta (2005) uvádějí na základě pokusů v letech 2002 až 2004 mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými hlízami brambor, nižší obsah hrubých bílkovin u ekologicky pěstovaných brambor. Trend nižšího obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor z ekologického systému pěstování potvrzují na základě svých pokusů také Hamouz et al., (2005); Prugar & Zrůst (2000); Bárta et al., (2000) a Hajšlová et al., (2005). Vyšší obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování je dán především aplikací dusíkatého hnojení, které se v ekologickém zemědělství neprovádí. Na základě pokusů této diplomové práce se vliv odrůdy na obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor podílel ze 17,6 %. Vyšší obsah hrubých bílkovin měly především odrůdy velmi rané (Rosara) a rané (Karin, Marabel). Vliv genotypu a délky vegetační doby na vyšší obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor potvrzují Zrůst, (2003b); Diviš & Bárta, (2005); Bárta & Bártová, (2007); Maggio et al., (2008) a Diviš, (2007). Vliv ročníku na obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor uvádějí Zrůst (2003b); Maggio et al., (2008) a Diviš & Bárta (2005). Hodnoty korelačních koeficientů, na základě výsledků této diplomové práce, udávají mezi obsahem sušiny a hrubých bílkovin negativní korelační vztah. Negativně korelační vztah mezi obsahem sušiny a hrubých bílkovin uvedl ve své práci rovněž Bárta et al. (2000). To lze vysvětlit vyšší utilizační schopností dusíkatých látek především u odrůd brambor s delší vegetační dobou a u odrůd s vyšší schopností kumulace škrobu. Roste tak obsah sušiny na úkor hrubých bílkovin. To potvrzuje také ve své práci Bártová et al. (2009).

Pro jednotlivé složky dusíkatých látek jsou uváděny relativní obsahy v bramborové hlíze: 50 % bílkoviny (tzv. čistá bílkovina), 15 % volné aminokyseliny, 23 % amidy a 12 % ostatní dusíkaté látky (Bárta & Bártová, 2007). Stejně hodnoty obsahu čistých bílkovin v rámci dusíkatých látek v hlízách brambor uvádí také Zrůst (2004); Bárta (2002a) a Vokál et al.

(2010). Z výsledků této diplomové práce vyplývá, že obsah čistých bílkovin v hlízách brambor a jejich zastoupení v dusíkatých látkách je především ovlivňováno ročníkem a genotypem odrůdy. Bárta et al. (2008); Bárta & Bártová (2008); Maggio et al. (2008) a Bárta & Čurn (2004) dále uvádějí za významný vliv také působení genotypu a způsobu pěstování. Bárta & Bártová (2007) uvádějí, že odrůda má větší přímý vliv na obsah bílkovin v hlízách brambor než ročník a stanoviště. Na základě výsledků pokusů této diplomové práce byl odrůdou obsah čistých bílkovin ovlivněn z 5,0 % a podíl čistých bílkovin v hrubých bílkovinách ze 4,4 %. Vyššího obsahu čistých bílkovin dosahovaly odrůdy rané (Karin, Marabel) a polorané (Satina). Vyšší obsah čistých bílkovin u raných odrůd Karin a Marabel potvrzuje ve svých pokusech v letech 1998-1999 Bárta et al. (2000). V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování byl obsah čistých bílkovin 3,86 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování byl obsah čistých bílkovin vyšší, a to 4,23 % ze sušiny. Rozdíl v obsahu čistých bílkovin mezi ekologickým a konvenčním způsobem pěstování není však statisticky průkazný. Lehesranta et al. (2007) a Bárta & Bártová (2007) uvádějí, že u ekologicky pěstovaných brambor jsou více bílkoviny využívány v energetickém metabolismu a obranných mechanismech. Naproti tomu u konvenčně pěstovaných brambor mají spíše zásobní funkci. Bárta & Bártová (2007) sice uvádějí, že obsah bílkovin bývá vyšší u hlíz brambor z konvenčního způsobu pěstování, ale klesá jejich podíl v hrubých bílkovinách. To také potvrzují Lehesranta et al. (2007) a Maggio et al. (2008). Z výsledků diplomové práce je patrné, že v hlízách brambor z ekologické produkce byl podíl obsahu čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin 42,70 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování 42,69 %. Obsah sušiny a obsah hrubých bílkovin, na základě regresní analýzy, pozitivně ovlivňují obsah čistých bílkovin v hlízách brambor u obou způsobů pěstování. Tento pozitivní vztah těchto složek na obsah čistých bílkovin uvádějí ve své práci Lehesranta et al. (2007) a Maggio et al. (2008).

Největší podíl bílkovin hlíz představují patatin a inhibitory proteas (Bárta & Bártová, 2007), které jsou významnými zásobními bílkovinami hlíz s řadou významných biologických aktivit. Bárta (2002a) uvádí podíl patatinu v celkovém obsahu čistých bílkovin na 20–40 %. Stejně hodnoty obsahu patatinu v hlízách brambor uvádí Bárta et al. (2000); Storey (2007) a Kärenlampi & White (2009). Isoformy patatinu jsou monomery velké kolem 40-45 kDa (Bárta & Bártová, 2007). Stejnou molekulovou velikost patatinových izoform uvádí také Kärenlampi & White (2009). Storey (2007) uvádí molekulovou velikost patatinových izoform kolem 40-42 kDa. Na základě výsledků hodnocení zastoupení patatinových bílkovin z SDS-PAGE profilů v této diplomové práci byl u všech odrůd a variant detekován patatin

v oblasti kolem 40 kDa. Jde s velkou pravděpodobností o patatinovou izoformu se zásobní funkcí další patatinové izoformy v oblasti 43 a 45 kDa se vyskytují především u hlíz brambor pěstovaných ekologickým způsobem. Bárta & Bártová (2007); Bárta & Čurn (2004) a Lehesranta et al. (2007) uvádějí, že jde pravděpodobně o izoformy spojené s určitou fyziologickou funkcí (nejčastěji obrannou).

## 8. ZÁVĚR

Na základě výsledků podrobně prezentovaných v předcházející kapitole lze významné poznatky dosažené v rámci řešení diplomové práce shrnout následujícím způsobem:

### Vliv sledovaných faktorů na obsah sušiny v hlízách brambor získaných v rámci pokusu:

- Obsah sušiny v hlízách brambor byl významně ovlivněn ročníkem (23 %). Vyššího obsahu sušiny bylo dosaženo v roce 2007 (20,53 %) oproti roku 2006 (19,24 %).
- Obsah sušiny v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn způsobem pěstování. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování byl obsah sušiny 19,93 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování byl obsah sušiny 19,84 %. Způsob pěstování v interakci se zvoleným stanovištěm ovlivnil obsah sušiny z 11,6 %.
- Obsah sušiny v hlízách brambor byl významně ovlivněn stanovištěm. Vyššího obsahu sušiny bylo dosaženo na stanovišti s vyšší nadmořskou výškou - Pacov (20,23 %) oproti stanovišti Volyně (19,54 %).
- Obsah sušiny v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn odrůdou. Faktor odrůdy ovlivnil obsah sušiny z 3,9 %. Obsah sušiny u jednotlivých odrůd se pohyboval v rozmezí od 17,66 % (Rosara) do 23,75 % (Karin).

### Vliv sledovaných faktorů na obsah čistých bílkovin v hlízách brambor získaných v rámci pokusu:

- Obsah čistých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn ročníkem. Obsah čistých bílkovin v hlízách brambor byl v roce 2006 3,96 % a v roce 2007 4,13 %.
- Obsah čistých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn způsobem pěstování. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování byl obsah čistých bílkovin 3,86 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování byl obsah čistých bílkovin 4,23 %. Významnější byl vliv způsobu pěstování na obsah čistých bílkovin v interakci s ročníkem (13 %).
- Obsah čistých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn stanovištěm. Obsah čistých bílkovin v hlízách brambor z Pacova (stanoviště s vyšší nadmořskou výškou) byl 4,24 % a z Volyně 3,85 %. Stanoviště se v interakci s odrůdou podílí na obsahu čistých bílkovin z 5,8 %.

- Obsah čistých bílkovin byl významně ovlivněn odrůdou. Odrůda ovlivňuje obsah čistých bílkovin v hlízách brambor z 5,0 % a v interakci s ročníkem z 13,0 %. Vyšší obsah čistých bílkovin měli rané odrůdy Karin (4,27 %), Marabel (4,43 %) a poloraná odrůda Satina (4,35 %).
- Obsah sušiny je v pozitivní korelaci s obsahem čistých bílkovin v hlízách brambor ( $r = 0,1505$ ) v ekologickém způsobu pěstování (1,700) i v konvenčním způsobu pěstování (1,767).

#### Vliv sledovaných faktorů na obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor získaných v rámci pokusu:

- Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor byl významně ovlivněn ročníkem. Vyššího obsahu sušiny bylo dosahováno v roce 2006 (9,92 %) oproti roku 2007 (9,18 %).
- Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor byl významně ovlivněn způsobem pěstování. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování byl obsah hrubých bílkovin 9,16 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování byl obsah hrubých bílkovin 9,93 %. Zvolený způsob pěstování v interakci s ročníkem ovlivnil obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor z 28,3 %.
- Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn stanovištěm. Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor z Pacova byl 9,77 % a z Volyně 9,32 %.
- Obsah hrubých bílkovin byl významně ovlivněn odrůdou. Odrůda ovlivňuje obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor ze 17,6 % a v interakci se způsobem pěstování z 14,7 %. Vyšší obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor měli rané odrůdy Karin (9,77 %), Marabel (9,90 %) a velmi raná odrůda Rosara (11,06 %) z konvenčního způsobu pěstování.
- Obsah hrubých bílkovin v hlízách brambor je v negativní korelaci s obsahem sušiny ( $r = -0,2380$ ), a to jak při ekologickém způsobu pěstování ( $r = -0,3504$ ), tak i v případě konvenčního způsobu pěstování ( $r = -0,0715$ ).

#### Vliv sledovaných faktorů na podíl čistých bílkovin v hrubých bílkovinách u hlíz brambor získaných v rámci pokusu:

- Podíl čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor byl významně ovlivněn ročníkem (ze 7,9 %). Vyššího obsahu podílu čistých bílkovin bylo dosahováno v roce 2007 (45,54 %) oproti roku 2006 (39,85 %).
- Podíl čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn způsobem pěstování. V hlízách brambor z ekologického způsobu

pěstování byl podíl obsahu čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin 42,70 % a v hlízách brambor z konvenčního způsobu pěstování 42,69 %.

- Podíl čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor nebyl významně ovlivněn stanovištěm. Podíl čistých bílkovin v hlízách brambor byl 43,58 % na stanovišti v Pacově a 41,81 % na stanovišti ve Volyni.
- Podíl čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin byl významně ovlivněn odrůdou. Odrůda ovlivňuje podíl čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor ze 4,4 % a v interakci s ročníkem ze 7,9 %. Vyšší obsah podílu čistých bílkovin z celkového obsahu hrubých bílkovin v hlízách brambor měli rané odrůdy Karin (44,46 %), Marabel (44,23 %) a poloraná odrůda Satina (50,50 %).
- Obsah čistých bílkovin je v pozitivním korelačním vztahu s celkovým obsahem hrubých bílkovin. Mezi obsahem čistých bílkovin a obsahem hrubých bílkovin v hlízách brambor je pozitivní korelační vztah na úrovni  $r = 0,4300$ ; u ekologického systému pěstování  $r = 0,3342$  a u konvenčního způsobu pěstování  $r = 0,4576$ .

#### Zastoupení patatinových bílkovin v hlízách brambor jednotlivých odrůd získaných v rámci pokusu:

- U odrůdy Bionta byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti molekulové hmotnosti 40 – 45 kDa a u ročníku 2007 v oblasti 40 – 43 kDa. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování u obou stanovišť (Pacov, Volyně) byl detekován vyšší počet patatinových izoform a to v oblasti s molekulovou hmotností 43 a 45 kDa.
- U odrůdy Karin byl u obou ročníků (2006, 2007) detekován patatinový komplex v oblasti 40 – 43 kDa. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování na stanovišti Pacov byl detekován vyšší počet patatinových izoform a to v oblasti s molekulovou hmotností 43 kDa.
- U odrůdy Marabel byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti molekulové hmotnosti 40 – 45 kDa a u ročníku 2007 v oblasti molekulové hmotnosti 40 – 43 kDa. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování u obou stanovišť (Pacov, Volyně) v roce 2006 byl detekován vyšší počet patatinových izoform a to v oblasti s molekulovou hmotností kolem 43 a 45 kDa.
- U odrůdy Rosara byl u ročníku 2006 detekován patatinový komplex v oblasti molekulové hmotnosti 40 – 43 kDa a u ročníku 2007 v oblasti 40 kDa. V hlízách brambor z ekologického způsobu pěstování u obou stanovišť (Pacov, Volyně) v roce 2006 byl detekován vyšší počet patatinových izoform a to v oblasti s molekulovou hmotností kolem 43 kDa. U odrůdy Rosara byl zaznamenán celkově nízký obsah bílkovin patatinového komplexu.

- U odrůdy Satina byl u obou ročníků (2006, 2007), u obou stanovišť (Pacov, Volyně) a u obou způsobů pěstování (ekologicky, konvenčně) detekován patatinový komplex v oblasti molekulové hmotnosti 40 – 43 kDa.
- U všech odrůd a variant byly detekovány izoformy inhibitorů proteas v oblasti s molekulovou hmotností od 5 do 25 kDa.



## **9. LITERATURA**

**Anonym** (2010). Potato-Chemical Composition. Crop information, i-Kisan. Dostupné online z www: [http://www.ikisan.com/links/ap\\_potatochemicalComposition.shtml](http://www.ikisan.com/links/ap_potatochemicalComposition.shtml) [cit. 1. 3. 2010]

**Bárta, J.**, (2002a). Ovlivnění obsahu dusičnanů a bílkovin v hlízách brambor dusíkatým hnojením. Zemědělská fakulta JU. Dostupný online z : [http://xarquon.jcu.cz/zf/veda\\_a\\_vyzkum/svoc\\_a\\_dsp/svoc/2000/sbdsp/bsekyto/BartaJ.doc](http://xarquon.jcu.cz/zf/veda_a_vyzkum/svoc_a_dsp/svoc/2000/sbdsp/bsekyto/BartaJ.doc) [cit. 5. 3. 2010]

**Bárta, J.**, (2002b). Studium vlivu dusíkatého hnojení na kvalitu konzumních brambor. Disertační práce. Zemědělská fakulta, JU, České Budějovice, 191p.

**Bárta, J., Bártová, V.**, (2007). Bílkoviny hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.), Zemědělská fakulta JČU, p.10-80, ISBN 978-80-7394-036-2

**Bárta, J., Čepl, J., Diviš, J., Hamouz, K., Jůzl, M., Vacek, J.**, (2008a). Brambory. In: Prugar et al. (2008). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a.s. ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, p. 241-251.

**Bárta, J., Bártová, V., Čurn, V., Diviš, J., Peterka, J.**, (2008b). Stanovení obsahu bílkovin v sušině hlíz brambor pomocí vybraných fotometrických technik. Metodika pro praxi. Zemědělská fakulta, JU, České Budějovice, 24p.

**Bárta, J., Bártová, V.**, (2008). Patatin, the major protein of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber, and its occurrence as genotype as genotype effect: processing versus table potatoes. Czech Journal of Food Sciences 26 (5):347-359.

**Bárta, J., Diviš, J., Čurn, V.**, (2000). Influence of nitrogen fertilization on ratio between starch and protein content in potato tubers. Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, 17 (1):5-14.

**Bárta, J., Čurn, V.**, (2004). Bílkoviny hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.)-klasifikace, charakteristika, význam, Chemické listy, (98):373-378.

**Bártová, V., Bárta, J., Diviš, J., Švajner, J., Peterka, J.**, (2009). Crude protein content in tuber of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. Journal of Central European Agriculture, 10 (1):57-66.

**Bauw, G., Nielsen, H. V., Emmersen, J., Nielsen, K., Jorgensen, M., Welinder, K.**, (2006). Patatins, Kunitz protease inhibitors and other major proteins in tuber of potato, 273: 3569-3584.

**Bradshaw, E. J., Ramsay, G.,** Potato Origin and Production. In: Singh, J., Kaur, L., (2009). Advances in Potato Chemistry and Technology. Elsevier, chapter 1: p. 1-26.

**Čapounová, K., Dytrtová K.** (2007). Ekologické zemědělství v České republice. Vydalo MZe ČR ve spolupráci s Bioinstitutem, o.p.s., Reprint s.r.o., Šumperk, p. 28 (ISBN 978-80-7084-658-2)

**Darmovzalová, I., Koutná, K.,** (2008). Statistické šetření na ekologických farmách České republiky za rok 2008, Ústav zemědělské ekonomiky a informací (ÚZEI), výstup funkčního úkolu MZe ČR č.4218/2008.

**Diviš, J., Zlatohlávková, Š., Bárta, J.,** (2004). Význam kvality a sadby brambor v ekologickém způsobu pěstování. Collection of Scientific Papers, Fakulty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Science 21 (2):133-136.

**Diviš, J., Bárta, J.,** (2005). Vliv ekologického a konvenčního způsobu pěstování brambor na obsah dusičnanů a vitamínu C. Collection of Scientific Papers, Fakulty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Science 22 (2):75-80.

**Diviš, J., Bárta, J.,** (2006). Glykoalkaloidy a kyselina chlorogenová v hlízách brambor z ekologického a konvenčního pěstování. Collection Scientific of Papers, Fakulty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Science 23 (1):5-10.

**Diviš, J.,** (2007). Obsah dusičnanů a glykoalkaloidů v hlízách brambor z ekologického a konvenčního pěstování. Sborník z konference-Ekologické zemědělství 2007, p. 140-142.

**Dvořák, P., Bicanová, E.,** (2007). Brambory v systému ekologického zemědělství. Proceeding of conference „Organic farming 2007“ konané 6-7. 2. 2007, p. 131-133.

**European Commission** (2010a). Ekologické zemědělství, European Commission. Dostupné online z [http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic\\_cs](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_cs) [cit. 4. 2. 2010].

**European Commission** (2010b). Legislativa, European Commission. Dostupné online z [http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/legislation\\_cs](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/legislation_cs) [cit. 4. 2. 2010].

**Eurostat** (2010). Organic area up by 21 % in the EU between 2005 and 2008. Dostupné online z [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_PUBLIC/5-01032010-BP/EN/5-01032010-BP-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/5-01032010-BP/EN/5-01032010-BP-EN.PDF), [cit. 1. 3. 2010].

**Finckh, M. R., Schulte-Goldermann, E., Bruns, C.,** (2006). Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. Potato Research (49):27–42.

**Gilsenan, C., Burke, M. R., Barry-Rayn, C.** (2010). A study of the physicochemical and sensory properties of organic and conventional potatoes (*Solanum tuberosum*) before and after baking. *International Journal of Food Science and Technology* (45):475-481.

**Hajšlová, J., Schulzová, V.**, (2006). Porovnání produktů ekologického a konvenčního zemědělství. Odborná publikace VŠCHT, Praha 2006, p. 8-13. (ISBN 80-7271-181-4)

**Hajšlová, J., Schulzová, V., Slanina, P., Janné, K., Hellenäs, K. E., Andersson, CH.**, (2005). Duality of organically and conventionally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives and Contaminants* 22(6):514-534.

**Hamouz, K., Lachman, J., Dvořák, P., Pivec, V.**, (2005). The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant, Soil and Environment* (51):397-402.

**Hansen, B., Alroe, H.F., Kristensen, E.S.**, (2001). Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (83):11-26.

**Hlušek, J., Jůzl, M., Čepl, J., Lošák, T.**, (2005). Vliv přidávání sloučenin selenu do půdy, na obsah sloučenin selenu v hlízách brambor. *Chemické listy* (99):515-517.

**Honeycutt, W.** (1998). Crop rotation impacts on potato protein. *Plant Food for Human Nutrition* (52): 279-291.

**IFOAM** (2010). Definition of organic agriculture. Dostupné online z [http://www.ifoam.org/growing\\_organic/definitions/doa/index.html](http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/doa/index.html) [cit. 13.3. 2010].

**Kärenlampi, S. O., White, P. J.**, (2009). Potato Proteins, Lipids and Minerals. In: Singh, J., Kaur, L., (2009). *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Elsevier, chapter 5: 99-126.

**KEZ** (2010). Úplné znění zákona č. 242/2000 Sb., Dostupné online z <http://www.kez.cz/narizeni-komise-es-7102009-a-8892008-a-narizeni-rady-es-8342007> [cit. 6. 2. 2010].

**Konvalina, P., Moudrý, J., Moudrý, J., Kalinová, J.**, (2007). Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. Publikace ZF JU, České Budějovice 2007, p. 62-65. (ISBN 978-80-7394-031-7)

**Laemmli, U.K.**, (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227:680-685.

**Lachman, J., Hamoun, K., Čepl, J., Pivec, V., Šulc, M., Dvořák, P.**, (2006). Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. *Chemické listy*, 100: 522-527.

**Lachman, J., Hamouz, K., Dvořák, P., Orsák, M.,** (2005a). The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. *Plant, Soil and Environment*, 51, (10): 431-438.

**Lachman, J., Hamoun, K., Orsák, M.,** (2005b). Červěně a modře zbarvené brambory - významný zdroj antioxidantů v lidském těle. *Chemické listy*, 99:474-482.

**Lehesranta, S.J, Koistinen, K.M., Massat, N., Davies, H.V., Shepherd, L.V.T., McNicol, J.W., Cakmak, I., Cooper, J., Lück, L., Kärenlampi, S.O., Leifert, C.** (2007). Effects of agricultural production systems and their components on protein profiles of potato tubers. *Proteomics* (7):597-604.

**Maggio, A., Variolo, P., Bulmetti, G. S., Fuggi, A., Barbieri, G., De Pascale, S.** (2008). Potato yield and metabolic profilig under conventional and organic farming. *European Journal of Agronomy* (28): 343-350.

**Med J.,** (2003). Přehledy odrůd 2003 - brambory. ÚKZÚZ, Brno, 102p.

**Med J.,** (2005). Přehledy odrůd 2005 - brambory. ÚKZÚZ, Brno, 115p.

**Ministerstvo zemědělství ČR,** (2009a). Základní statistické údaje k 31.12.2009. Dostupné online z [http://eagri.cz/public/eagri/file/48172/statistika\\_zakladni\\_31\\_12\\_2009.pdf](http://eagri.cz/public/eagri/file/48172/statistika_zakladni_31_12_2009.pdf) – tab. EKOL V ČR [cit. 7. 4. 2010]

**Ministerstvo zemědělství ČR,** (2008b). Ročenka ekologického zemědělství v České republice. Dostupné online z [http://eagri.cz/public/eagri/file/18309/Rocenska\\_EZ\\_2008\\_ceska\\_verze.pdf](http://eagri.cz/public/eagri/file/18309/Rocenska_EZ_2008_ceska_verze.pdf) – ročenka 2008 [cit. 7. 4. 2010]

**Navarre, D. A., Goyer, A., Shakya, R.,** (2009). Nutritional Value of Potatoes: Vitamin, Phytonutrient and Mineral Content. In: Singh, J., Kaur, L., (2009). *Advances in Potato Chemistry and Technology*, Elsevier, chapter 14: p. 395-424.

**Prugar, J.,** (2000). Kvalitativní charakteristiky brambor z ekologického a konvenčního systému pěstování. *Bramborářství*. (1):8-10.

**Prugar, J., Zrůst, J.,** (2000). Působení ekologického a konvenčního systému hospodaření na některé ukazatele vnitřní kvality hlíz brambor. *Úroda* 48 (11): 23-25.

**Storey, M.,** (2007). The Harvested Crop. In: Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, CH., Govers, F., Mackerron, D. K. L., Taylor, M. A., Ross, H. A., (2007). *Potato biology and biotechnology advances and perspectives*. Elsevier, chapter 21: p. 441-466.

**ÚKZUZ,** (2010). Ekologické zemědělství. Dostupné online z <http://www.ukzuz.cz/Articles/137518-2-Ekologicke+zemedelstvi.aspx> [cit. 6. 2. 2010]

**Urban, J., Šarapatka, B.,** (2003). Ekologické zemědělství. MŽP Praha, 2003, p. 23-102.

**Van Delden, A.,** (2001). Yield and growth of potato and wheat under organic N-management. *Agronomy Journal* 93: 1370–1385.

**Van Diepeningen, A.D., De Vos, O.J., Korthals, G.W., Van Bruggen, A.H.C.,** (2006). Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (31):120–135.

**Vokál, B., Cvrček, M., Čepl, J., Čížek, M., Domkářová, J., Fér, J., Hausvater, E., Králíček, J., Prugar, J., Rasocha, V., Zrůst, J.,** (2000). Brambory. Agrospoj Praha, 2000, p. 52-70.

**Vokál, B., Čepl, J., Čížek, M., Domkářová, J., Hausvater, E., Rasocha, V., Diviš, J., Hamouz, K.,** (2004). Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). ÚZPI, Praha, 91 p.

**Vokál, B., Čepil, J., Hausvater, E., Rasocha, V.,** (2010). Abeceda pěstitelů. VÚB Havlíčkův Brod, p. 4-17.

**Willer, H., Youssefi, M.,** (2007). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends, ninth revised edition, International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM) Publication: 252 p.

**Zarzecka, K., Gugala, M.** (2005). The influence of herbicides and their mixtures on total proteins content and on proper proteins in potato tubers. *Plant, Soil and Environment* 51, (11): 517-522.

**Zrůst, J.,** (2004). Faktory ovlivňující obsah nutričně významných a škodlivých látek v hlízách a výrobcích z brambor. Podklady pro Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí. VÚB Havlíčkův Brod, p. 85.

**Zrůst, J.,** (2003a). Glykoalkaloidy u brambor a ostatních komodit. Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí. Dostupné online z [www: http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-19-03.pdf](http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-19-03.pdf) [cit. 5. 3. 2010]

**Zrůst, J.,** (2003b). Dusičnany, dusitany a nitrosaminy u konzumních brambor určených pro přímou spotřebu a produkci potravinářských výrobků z brambor. Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí. Dostupné online z [www: http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-20-03.pdf](http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-20-03.pdf) [cit. 7. 3. 2010]

