

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V
ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

Katedra: rostlinné výroby



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Hodnocení obsahu škrobu a dusíkatých látek u odrůd
konzumních a průmyslových brambor**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Autor:

Marie Krýdová

2006

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Hodnocení obsahu škrobu a dusíkatých látek u odrůd konzumních a průmyslových brambor" vypracovala samostatně na základě svých výsledků a použila jen materiály, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích
21. dubna 2006

Marie Krýdová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi při vypracování této práce poskytl.

Rovněž děkuji pracovníkům katedry rostlinné výroby Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity za pomoc při práci na pokusu.

OBSAH

1. ÚVOD.....	6
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	8
2.1 Brambory.....	8
2.1.1 Původ brambor.....	8
2.1.2 Složení bramborové hlízy.....	8
2.2 Škrob.....	9
2.2.1 Složení škrobu.....	9
2.2.2 Uložení škrobu v hlízách.....	10
2.2.3 Faktory ovlivňující obsah škrobu.....	11
2.2.4 Faktory ovlivňující obsah sušiny.....	11
2.3 Dusíkaté látky.....	12
2.3.1 Charakteristika N-látek v bramborové hlíze.....	12
2.3.2 Rozložení dusíku v bramborové hlíze.....	13
2.3.3 Faktory ovlivňující obsah N-látek a bílkovin v hlízách brambor.....	14
2.3.4 Bílkovina brambor.....	15
3. CÍL PRÁCE.....	17
4. MATERIÁL A METODY.....	18
4.1 Rostlinný materiál.....	18
4.2 Metody.....	22
4.2.1 Výnos a průměrná hmotnost hlíz.....	22
4.2.2 Obsah sušiny.....	23
4.2.3 Obsah škrobu.....	23
4.2.4 Obsah dusíkatých látek (hrubých bílkovin).....	23
4.2.5 Obsah čistých bílkovin.....	24
4.2.6 Statistické zpracování dat.....	24
5. VÝSLEDKY.....	25
5.1 Výnos a průměrná hmotnost hlíz.....	25
5.2 Obsah sušiny.....	26
5.3 Obsah škrobu.....	28
5.4 Obsah dusíkatých látek.....	30
5.5 Obsah čistých bílkovin.....	32
5.6 Podíl bílkovin v N-látkách.....	34
5.7 Vztahy mezi sledovanými ukazateli.....	36

6. DISKUZE.....	38
6.1 Výnos a průměrná hmotnost hlíz.....	38
6.2 Obsah sušiny a škrobu.....	39
6.3 Obsah dusíkatých látek a obsah bílkovin.....	40
6.4 Podíl bílkovin v N-látkách.....	41
7. ZÁVĚR.....	42
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	43

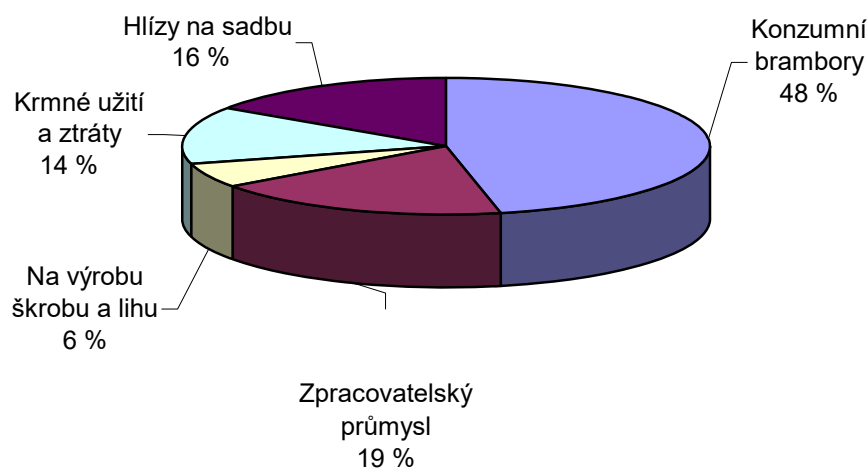
1. ÚVOD

V roce 2005 dosáhla v České republice celková plocha brambor v zemědělském sektoru 36 071 ha. Z toho bylo 28 306 ha konzumních brambor a 7 765 ha průmyslových brambor. Plochy konzumních brambor v posledních pěti letech poklesly, ale plochy brambor na výrobu škrobu zaznamenaly v důsledku zavedení tržního řádu na výrobu bramborového škrobu významný nárůst. Celková výměra je ale limitována přidělením výrobní kvóty bramborového škrobu ve výši 33 660 tun. Proto se nedá předpokládat další zvyšování osázených ploch brambor pro výrobu škrobu (Svoboda, 2005).

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

V České republice bylo koncem roku 2004 zapsáno ve Státní odrůdové knize 121 odrůd brambor (Med, 2005). Odrůdy lze podle jejich vnější a vnitřní kvality (chemické složení) zařadit do užitkových směrů (obr. 1).

Obr. 1: Struktura užití brambor v ČR (Diviš a kol., 2000)



Brambory konzumní jsou určeny přímo k lidské výživě. Působí jako potravina objemová, sytící a ochranná. Sytící účinek je dán především obsahem škrobu. V nativní formě je škrob nestravitelný a teprve vařením se převádí na stravitelnou formu (300 g brambor kryje 11 % denní energetické potřeby organismu). Zvláštní místo patří tzv. „rezistentnímu“ škrobu. Jeho obsah se ve vařených hlízách pohybuje v rozmezí 1 až 3 %. Tento škrob nelze štěpit amylázami, dostává se nestrávený do tlustého střeva a zde slouží jako výživa pro mikroorganismy. Zároveň podporuje tvorbu máselnanů (butyrátů) v tlustém střevě, které podněcují látkovou výměnu střevních buněk a mají vliv na pozvolné odumírání nádorových buněk (Vokál a kol., 2003). Ostatní sacharidové látky pomáhají k regulaci peristaltiky střev. Ochranný účinek brambor je dán přítomností biologicky účinných látek jako jsou bílkoviny, vitamíny, minerální látky apod. Bílkovina brambor je plnohodnotnou bílkovinou a svým složením se blíží vaječné bílkovině. Ceněný je zejména vyvážený obsah esenciálních aminokyselin. Některé odrůdy vykazují vysoké obsahy bílkovin v hlízách, a proto by se mohly stát potenciálním genovým zdrojem pro další šlechtění. Samozřejmě je nutné vzít v úvahu, že podíl bílkovin v hlízách je ovlivněn nejen genotypem, ale i vnějšími vlivy, a že také existuje určitý vzájemný vztah mezi všemi základními složkami hlízy. Spotřeba konzumních brambor se v ČR až do roku 1994 pohybovala rozmezí 78 - 87 kg brambor na osobu a rok. V dalších letech následoval trend snižování spotřeby až na současnou úroveň asi 74 kg na osobu a rok (Med, 2005).

Brambory pro zpracovatelský průmysl se upravují na mokrý, zmražený, smažený a sušený výrobky. Zde je rozhodující především obsah sušiny.

Brambory průmyslové se používají pro zpracování na škrob a líh. Škrob nachází široké uplatnění v mnoha oborech potravinářského průmyslu, ale i v průmyslu papírenském, textilním a v dalších. Jeho výhodou je snadná izolace (mechanicky) z bramborové hlízy. Deriváty škrobu jsou lehce biologicky odbouratelné a při jejich výrobě a zpracování nedochází k tak rozsáhlému znečišťování životního prostředí (Kodet, Babor, 1991). Výroba lihu z brambor je v současné době velmi omezena a nahrazena výrobou z obilí a kukuřice (Vokál a kol., 2003).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Brambory

2.1.1 Původ brambor

Pravlastí brambor je západní část Jižní Ameriky a podle vykopávek se usuzuje, že zde byly brambory pěstovány již ve 2. stol. n. l. Uvádějí se dvě centra, z nichž se pěstování šířilo. První bylo ve vysoko položených údolích And v Peru a Bolívii, kde vznikl druh *Solanum andigenum*, který vytváří hlízy za krátkého dne. Do Evropy byl dovezen v roce 1565 a sloužil jako zahradní okrasná a léčivá barevně kvetoucí rostlina. V roce 1585 byl do Anglie dovezen bíle kvetoucí druh *Solanum tuberosum*, který pochází z oblasti pobřeží Chile (druhé centrum). Vytváří hlízy za dlouhého dne. Ten se stal základem evropských odrůd brambor (Jůzl a kol., 2000; Pelikán a kol., 2002).

2.1.2 Složení bramborové hlízy

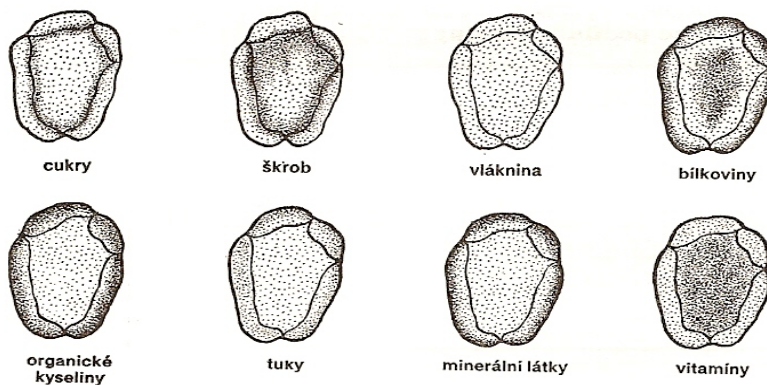
Bramborová hlíza je zkrácený modifikovaný vzrostný vrchol stolonu, v němž rostlina shromažďuje zásobní látky. Obsah látek v hlíze je variabilní a působí na něj řada faktorů např. odrůda, půdně - klimatické poměry, hnojení, agrotechnika, stupeň zralosti při sklizni apod. (Jůzl a kol., 2000).

Tab. 1: Průměrné hodnoty obsahu látek v bramborové hlíze (Rybáček a kol., 1988)

Látka	Obsah	
	v původní hmotě (%)	v sušině (%)
Voda	76,3	-
Sušina	23,7	-
Škrob	17,5	73,8
Celkový cukr	0,5	2,1
Hrubé N-látky	2,0 (N x 6,25)	8,4
Celkový tuk	0,1	0,4
Celkový popel	1,1	4,6
Vitámín C	15,000 mg %	63,6 mg %
Thiamin (B ₁)	0,110 mg %	0,4 mg %
Riboflavin (B ₂)	0,051 mg %	0,2 mg %
Solanin	7,5 mg %	35 mg %

Mezi základní látky bramborové hlízy patří voda (plní v rostlině významné metabolické funkce), škrob, cukry, dusíkaté látky, vláknina, tuk a minerální látky (tab. 1). Kromě toho brambory obsahují ještě další důležité složky, které ovlivňují jejich chuť, nutriční a biologickou hodnotu, jako vitaminy, alkaloidy, organické kyseliny, fenoly, enzymy, barviva aj. (Hruška a kol., 1974; Rybáček a kol., 1988; Jůzl a kol., 2000; Diviš a kol., 2000). Z obr. 2 je patrné, že jednotlivé složky nejsou v hlíze rovnoměrně rozloženy (Rybáček a kol., 1988).

Obr. 2: Rozložení hlavních látek v hlíze (Rybáček a kol., 1988)

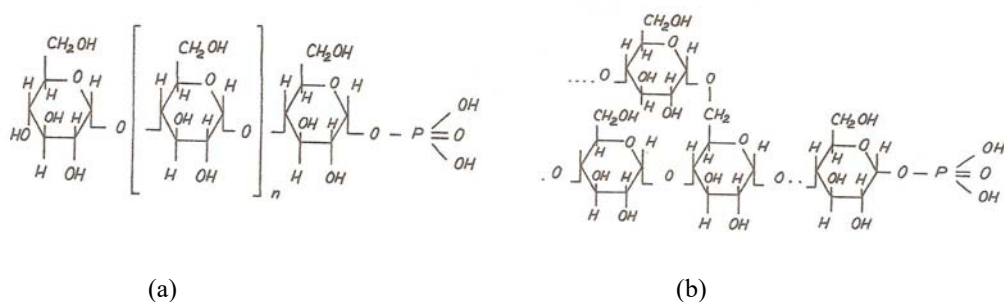


2.2 Škrob

2.2.1 Složení škrobu

Bramborový škrob obsahuje asi 18 až 23 % lineární amylosy, 77 až 82 % větveného amylopektinu - obr. 3 (Kodet, Babor, 1991).

Obr. 3: Struktura amylozy (a) a amylopektinu (b) (Zelenka a kol., 1983)



2.2.2 Uložení škrobu v hlízách

Škrob se v rostlinných buňkách ukládá ve formě škrobových zrn (Alterová, 2003), které mají elipsovité, lasturovité tvar, vrstevnatou strukturu (obr. 4) a velikost 15-100 μm (Pelikán a kol., 2002). Velikost škrobových zrn stejné odrůdy (i jednotlivých odrůd) je různá a závisí na rozměru hlíz. Čím větší hlíza tím větší zrna. To je dáno tím, že se škrobová zrna vytvořená na počátku vegetace zvětšují současně s růstem hlízy. Obecně se uvádí, že více zrn narůstá, než se vytváří nových (Rybáček a kol., 1988).

Rozložení škrobových zrn v hlíze není rovnoměrné (viz složení hlízy obr. 2). Nejvíce se jich ukládá na obvodu kambiálního kruhu, s klesající koncentrací směrem k povrchu a do středu hlízy (Rybáček a kol., 1988).

Obr. 4: Tvar škrobového zrna bramborové hlízy (Kodet, Babor, 1991)



2.2.3 Faktory ovlivňující obsah škrobu

Obsah škrobu je v bramborové hlíze geneticky fixován. Bylo zjištěno, že obsah škrobu je z 65,97 % ovlivňován odrůdou, z 19,28 % ovlivněn prostředím a 14,75 % připadá na interakci genotypu s prostředím (Dobiáš, Míča, 1985b). Jeho množství kolísá v našich poměrech od 13 do 24 % podle odrůdy, klimatických podmínek a agrotechniky (Kodet, Babor, 1991; Pelikán a kol., 2002). Jůzl a kol. (2000) uvádějí obsah škrobu v rozmezí 8 až 29,5 %, přičemž nejnižší obsah mají velmi rané a rané odrůdy. Obecně je znám negativní vliv vyšších dávek dusíkatého hnojení na výši obsahu škrobu v hlízách brambor (Rybáček a kol., 1988; Lin a kol., 2004; Diviš a kol., 2005).

Nejvíce škrobu obsahují zpravidla středně velké hlízy (Pelikán a kol., 2002). Z hlediska rychlosti hromadění škrobu lze konstatovat, že nejintenzivnější syntéza škrobu probíhá od počátku tvorby hlíz (fáze plného květu) až do odkvětu. Poté se hromadění škrobu začíná zpomalovat a od žloutnutí natě probíhají změny opačné (Kolbe, Stephan-Beckman, 1997).

Obsah škrobu a velikost škrobových zrn má značný význam při průmyslovém zpracování brambor. Vyšší obsah škrobu snižuje náklady na sušení a spotřebu oleje při smažení (Pelikán a kol., 2002).

2.2.4 Faktory ovlivňující obsah sušiny

Výše obsahu sušiny je ovlivněna odrůdou, a to z 81,58 %, prostředí působí z 10,85 % a interakce odrůda x prostředí ze 7,30 % (Rybáček a kol., 1988). Samotný obsah sušiny v hlízách brambor se může pohybovat v poměrně širokém rozpětí. Šmálik (1987) uvádí obsah sušiny hlíz v rozpětí 13,1 až 36,8 %. Obecně se předpokládá, že lepší podmínky pro vyšší obsah sušiny v hlízách jsou v nižších polohách (Míča, Vokál, 1995) a také, že odrůdy rané mají nižší obsah sušiny než odrůdy pozdní. Vedle toho kolísání obsahu sušiny u odrůd na různých lokalitách o 2 - 4,5 % spolu s vlivem výživy ukazují možnosti zvyšování obsahu sušiny také hnojením a agrotechnikou. Obecně je uváděno, že rostoucí dávka N snižuje obsah sušiny hlíz (Rybáček a kol., 1988) a je doporučena optimální dávka N hnojení 120 kg N.ha⁻¹ (Míča a kol., 1986).

Rovněž je uváděno, že obsah sušiny hlíz vysoce koreluje s délkou vegetační doby (Dobiáš, Míča, 1985a; Zrůst, Holá, 1994). Největší intenzita tvorby sušiny je v období mezi plným květem a odkvětem rostliny, kdežto v období mezi odkvětem rostliny a zráním je tato intenzita nižší (Kolbe, Stephan- Beckman, 1997).

Obsah sušiny u brambor určených k přímé spotřebě je rozhodující podle toho, zda spotřebitel dává přednost bramborám moučnatým (varný typ C, resp. CB, BC) - vyšší obsah sušiny nebo lojovitým (varný typ A, resp. BA, AB) - nižší obsah sušiny (Rybáček a kol., 1988; Vokál a kol., 2000). U konzumních brambor určených ke zpracování na potravinářské výrobky (vlhké, smažené, zmrazené a sušené) je obsah sušiny rozhodujícím sledovaným jakostním ukazatelem (Šimek, 1988; Míča, Vokál, 1994). U smažených výrobků (hranolky, lupínky) má obsah sušiny vliv na chrupavost a ekonomičnost, neboť při vyšším obsahu sušiny brambory přijímají méně oleje při zpracování a výrobky z nich vyrobené mají nižší kalorickou hodnotu (Debre, Brindza, 1996). Základní požadavky na optimální obsah sušiny brambor určených ke zpracování na výrobky jsou uvedeny v tab. 2.

U brambor určených ke zpracování na škrob a líc je snaha o co největší podíl sušiny, protože tím je dán i vysoký obsah škrobu (Rybáček a kol., 1988).

Tab. 2: Požadavky na obsah sušiny brambor ke zpracování na hlavní druhy výrobků (Vacek, 1997)

Výrobek	Obsah sušiny (%)
sušené bramborové vločky	≥ 21
smažené bramborové hranolky	20 - 22
smažené bramborové lupínky	≥ 22
sterilované brambory	≤ 20

2.3 Dusíkaté látky

2.3.1 Charakteristika N-látek v bramborové hlíze

Dusík je jeden z nejdůležitějších prvků tvořící organické látky jako jsou např. bílkoviny (Torma, 2005). Na obrázku 5 je znázorněn koloběh dusíku v přírodě.

Brambory jsou plodinou s nízkým obsahem dusíkatých látek a bílkovin ve sklizeném produktu, ale patří k významným producentům N-látek na jednotku plochy. V produkci bílkovin na jednotku plochy jim ve světovém měřítku náleží druhé místo za sójou (Fér, 1994). Co se týká lidské výživy, brambory nejsou považovány za bílkovinnou potravinu. Přesto lze říci, že při průměrné spotřebě asi 74 kg brambor na osobu a rok (Med, 2005), se stává příjem této bílkoviny velmi významným (viz tab. 3).

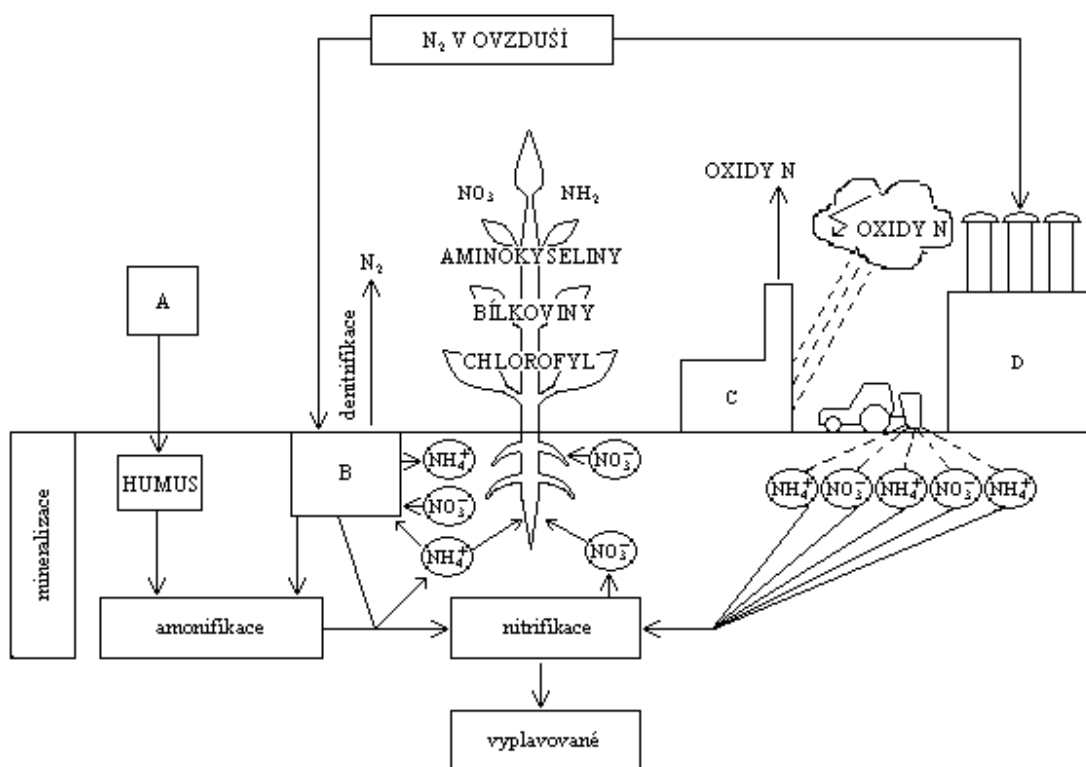
Tab. 3: Porovnání příjmu bílkovin spotřebitelem mezi konzumními bramborami a luštěninami upraveno dle práce Bárta (2002)

Rostlinný produkt	obsah bílkovin (g . kg ⁻¹ čerstvé hmoty)	průměrná spotřeba (kg.osoba ⁻¹ . rok ⁻¹)	příjem bílkovin (g.osoba ⁻¹ . rok ⁻¹)
bramborové hlízy	10	74	740
luštěniny	cca 200	1,5 - 2,0	300 - 400

Nejdůležitějším podílem komplexu dusíkatých látek je čistá bílkovina. Podíl čisté bílkoviny se v celkovém obsahu dusíku pohybuje okolo 50 % (Debre, Brindza, 1996; Míča, Vokál, 1997), ale může kolísat v rozpětí od 34 do 70 % (Li, Sayre, 1975).

Nebílkovinnou složku dusíkatého komplexu představují volné aminokyseliny (15 %), jejich amidy (23 %) a ostatní dusíkaté látky (12 %). Z nich zhruba 4 % tvoří dusičnany (Rybáček a kol., 1988).

Obr. 5: Koloběh dusíku v přírodě (Míča a kol., 1990)



pozn.: A – rostlinné a živočišné odpadové produkty, komposty, B – vazba dusíku, mikroorganismy, mobilizace a imobilizace, C – spalování uhlíku, nafty atd., D – dusíkatá hnojiva

2.3.2 Rozložení dusíku v bramborové hlíze

V hlíze je dusík rozložen nestejně, a to v opačném poměru ke škrobu (viz složení hlízy obr. 2). Nejbohatší na dusík jsou felogenové buňky pod slupkou a střed hlízy. Kolem kambialního kruhu v parenchymu, který hromadí škrob, je dusíku nejméně (Rybáček a kol., 1988). Míča, Vokál (1997) uvádějí, že podíl bílkovinného dusíku z celkového dusíku je v oblasti slupky 35,5 % a obou amidů (asparagin a glutamin) 44,7 %, kdežto v oblasti vnitřní dužniny jsou podíly těchto složek v celkovém dusíku 28,2 % a 71,7 %.

Na začátku vegetace je koncentrace dusíku v rostlinách zpravidla nejvyšší, v jejím průběhu postupně klesá – tzv. zředování (Torma, 2005). Nejnižší je kolem 90. dne po vzejití rostliny (maximální nárůst hmoty hlíz). V období zralosti dochází k mírnému zvýšení obsahu N-látek (viz tab. 4). Z toho vyplývá, že obsah N-látek v hlízách souvisí s velikostí hlíz. Uvádí se, že hlízy menší velikosti obsahují větší množství N-látek (Kolbe, Stephan-Beckmann, 1997).

Tab. 4: Změny v obsahu N-látek v hlízách v průběhu vegetace

převzato z práce Bárta (2002), upraveno dle publikace Kolbe, Stephan-Beckmann (1997)

Forma rostlinného dusíku	Dny po vzejití							
	30	45	60	75	90	105	120	135
Celkový dusík	2,290	1,800	1,600	1,550	1,490	1,470	1,520	1,590
Bílkovinný dusík	1,290	1,000	0,900	0,820	0,810	0,830	0,840	0,880
Nebílkovinný dusík	1,000	0,810	0,670	0,650	0,650	0,640	0,660	0,700
Amidický dusík	0,143	0,109	0,091	0,082	0,080	0,083	0,091	0,095
Dusičnanový dusík	0,031	0,014	0,006	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006

2.3.3 Faktory ovlivňující obsah N-látek a bílkovin v hlízách brambor

Jeden z nejdůležitějších faktorů je genotyp, uvádí se 30 % podíl odrůdy na variabilitě bílkovinného dusíku (Míča, 1986). Možností jak zvyšovat obsah bílkovin je šlechtění (Domkářová, 2001). To je možné z důvodu, že mezi obsahem bílkovin a N-látek v bramborách existuje významný pozitivní vztah - z výsledků souboru 90 odrůd světového sortimentu byla zjištěna korelace + 0,657 (Hruška a kol., 1974). V Minnesotě byly koncem 70. let zkoušeny ve šlechtitelských programech genetické zdroje o obsahu bílkovin až 12,4 % v čerstvé hmotě hlíz (jednalo se o dihaploidní hybridy odvozené od druhu *S. tuberosum*). Problémem však byl nízký výnosový potenciál zkoušených zdrojů (Desborough, 1985). Další překážkou ve šlechtění je skutečnost, že s vysokým relativním podílem čisté bílkoviny je spjat vysoký procentický podíl škrobu a proto je podíl dusíkatých látek v sušině relativně nízký (Míča, Vokál, 1997).

Mezi jednotlivými odrůdami jsou významné rozdíly v obsahu N-látek a bílkovin (Debre, Brindza, 1996). Ve čtyřletém polním experimentu hodnotili 30 genotypů brambor. Rozpětí průměrných hodnot se za sledované období pohybovalo u N-látek od 2,25 do 3,03 % a u bílkovin od 1,15 do 1,70 % čerstvé hmoty hlíz. Analýzou rozptylu byl zjištěn statisticky významný vliv ročníku a odrůdy na oba sledované znaky.

Lachman a kol. (2004) v tříletém polním pokusu hodnotili vliv oblasti, odrůdy, roku, ekologického a konvenčního způsobu pěstování na obsah bílkovin u 7 odrůd brambor. Výše položená oblast vykazovala nižší průměrný obsah celkových bílkovin (4,27 % sušiny) ve

srovnání s níže položenou oblastí (4,72 % sušiny). Prokázali statisticky významný vliv odrůdy a ročníku na obsah bílkovin, ale ekologický způsob pěstování významný nebyl.

Obsah dusíkatých látek je závislý také na dávce dusíkatého hnojiva (Rybáček a kol., 1988; Mítrus a kol., 2003; Lin a kol., 2004). Bylo zjištěno, že vyšší dávky dusíku zvyšují obsah bílkovin (srazitelných taninem) a neovlivňují aminokyselinové složení bramborových bílkovin (Míča, Vokál, 1997). Kolbe a kol. (1990) uvádějí, že aplikovaná dávka dusíku zvyšuje obsah jak celkových N-látek, tak i obsah bílkovinných a nebílkovinných dusíkatých látek. Obsah nebílkovinných dusíkatých látek se zvyšuje v reakci na hnojení N výrazněji, než obsah bílkovin.

U brambor určených pro zpracování na smažené výrobky, hraje významnou roli zejména obsah volných aminokyselin, jejichž aminoskupiny se mohou, za podmínek při smažení, účastnit Maillardovy reakce s redukujícími cukry. Z výsledků polních experimentů s pěstováním odrůd pro výrobu lupínků bylo zjištěno, že tyto odrůdy mají již v průběhu vegetace nižší obsahy látek s aminoskupinami a nižší obsah celkového dusíku než běžné konzumní odrůdy (Leszkowiat a kol., 1991). Z provedené analýzy rozptylu vyplynulo, že nejvýznamnější vliv na obsah N-látek měla odrůda, zatímco obsah aminových látek byl více ovlivněn lokalitou a termínem sklizně v průběhu vegetace.

2.3.4 Bílkovina brambor

Bílkovina není chemicky homogenní složkou. V minulosti se prováděla klasifikace bílkovin na základě rozpustnosti – na albuminovou, globulinovou, prolaminovou a glutelinovou frakci. Později se uvažovalo, že bílkovina je tvořena zhruba ze 70 % globulinem a ze 30 % albuminem (Rybáček a kol., 1988). Koncem 60. let, s rozvojem elektroforetických a chromatografických technik, začala převažovat klasifikace bílkovin podle molekulové hmotnosti. Pots a kol. (1999) rozdělili bílkoviny na základě techniky SDS-PAGE (elektroforéza na polyakrylamidovém gelu v přítomnosti anionického detergentu dodecylsulfátu sodného) na tři hlavní skupiny :

1. Patatin nebo-li patatinový komplex či rodina patatinových bílkovin
2. Skupina proteázových inhibitorů
3. Ostatní bílkoviny s vysokou molekulovou hmotností (asi 20-30 % hlízových bílkovin) účastníci se syntézy škrobu, např. fosforyláza s Mr 80 kDa.

První dvě skupiny představují přes dvě třetiny obsahu bílkovin v bramborových hlízách (Pots a kol., 1999).

Bílkovina brambor má vysokou nutriční hodnotu, která je odvozena z aminokyselinového složení a biologických testů (Liedl a kol., 1987; Friedman, 1996) a blíží se svou hodnotou k vaječné bílkovině (Knorr, 1978). Důležitý je zvláště obsah esenciálních aminokyselin, které si lidské tělo neumí vyrobit a jejichž nedostatek limituje průběh proteosyntézy. V tabulce 5 je uveden obsah esenciálních aminokyselin v hlízách brambor podle různých autorů. Z těchto dat byl zjištěn index esenciálních aminokyselin EAAI, který dosáhl 83,7 % standardu (Bárta, Čurn, 2004). Míča, Vokál (1997) uvádějí, že EAAI bramborových bílkovin se pohybuje v rozmezí 61 - 78 %. Limitující jsou v bílkovinách sírné aminokyseliny (obzvláště methionin). Značný význam má u bramborových bílkovin obsah lyzinu, který je na rostlinné bílkoviny poměrně vysoký. Proto může být tato bílkovina vynikajícím doplňkem k proteinům chudým na lyzin obsaženým např. v obilninách (Knorr, 1978; Juliano, 1999).

Tab. 5: Složení esenciálních aminokyselin bramborových bílkovin (v %)

převzato z práce Bárta, Čurn (2004), upraveno podle Ralet, Gueguen (1999) * a Velíšek a kol. (1999)**

Aminokyselina	Schuphan, Weinmann (1959)*	Joseph a kol. (1963)*	Heisler a kol. (1972)*	Kapoor a kol. (1975)*	Knorr (1980)*	Van Gelder, Vonk (1980)*	Van Gelder (1981)*	průměr*	standard - vaječná bílkovina**	AAS (%)
Isoleucin	6,9	4,5	4,6	4,2	5,2	5,3	4,8	5,1	6,3	81,0
Leucin	6,7	5,8	7,9	8,0	8,5	10,3	9,8	8,1	8,8	92,0
Lysin	6,2	6,2	5,4	7,1	6,8	7,6	7,1	6,6	7,0	94,3
Methionin + Cystein	2,0	3,2	-	-	-	3,7	2,4	2,8	5,8	48,3
Fenylalanin + Tyrosin	-	-	9,4	-	10,0	12,1	11,7	10,8	10,1	106,7
Threonin	4,1	4,8	4,9	3,3	4,9	5,4	5,5	4,7	5,1	92,2
Tryptofan	1,6	1,1	n.d.	1,3	n.d.	n.d.	1,8	1,5	1,6	93,8
Valin	5,3	5,2	4,7	4,7	6,2	6,4	6,1	5,5	6,8	80,9
Histidin	2,0	1,5	1,9	1,5	2,1	2,1	1,8	1,9	2,4	79,2

pozn.: AAS - aminokyselinové skóre (poměr obsahu esenciální aminokyseliny v hodnocené bílkovině ku obsahu esenciální bílkoviny v referenční bílkovině, pro výpočty byly použity průměrné hodnoty a jako standard aminokyselinové spektrum celovaječné bílkoviny)

3. CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo hodnotit rozdíly v zastoupení obsahových látek (sušina, škrob, dusíkaté látky, bílkoviny) u vybraných odrůd konzumních a průmyslových brambor a hledat mezi jednotlivými parametry vzájemné vztahy.

V současné době se u jednotlivých odrůd běžně sleduje obsah sušiny a škrobu, ale není věnována dostatečná pozornost obsahu dusíkatých látek a bílkovin. Cílem práce bylo alespoň částečně přispět a rozšířit informace o obsahu těchto látek u odrůd konzumních a průmyslových brambor.

4. MATERIÁL A METODY

4.1 Rostlinný materiál

Pro zhodnocení variability obsahu škrobu, dusíkatých látek a bílkovin mezi odrůdami byly vybrány dva soubory hlíz konzumních a průmyslových brambor po dvaceti odrůdách (tab. 7, 8).

Brambory byly pěstovány formou polního experimentu založeného na pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Pozemek se nachází v nadmořské výšce 380 m. n. m. a půda je zde z hlediska druhu hlinito – písčítá. V tabulce 6 jsou uvedeny hodnoty půdního rozboru tohoto pozemku, které ukazují stav půdy, zásobenost živinami a pH těsně před výsadbou pokusu.

Tab. 6: Hodnoty půdního rozboru pokusného pozemku

Sušina %	N tot. %	Cox. %	Prvky jsou uvedeny v mg/kg				pH (CaCl ₂)	Momentální obsah N-min. mg/kg	
			P	K	Mg	Ca		N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
89,39	0,18	2,92	131	115	113	1003	5,90	2,46	6,49

Pěstování brambor bylo provedeno formou maloparcelkového pokusu, přičemž každou parcelku představovalo 15 trsů brambor příslušné odrůdy vysázených za sebou. Sázelo se do sponu 750 x 300 mm. Z hlediska zaměření práce – posouzení odrůdové variability obsahových látek v hlízách, nebylo polní pěstování prováděno v klasickém uspořádání pokusu s opakováními.

Na podzim předchozího roku byl pozemek organicky vyhnojen dávkou 35 t hnoje na ha. Před výsadbou byl dále vyhnojen dusíkem v dávce 100 kg.ha⁻¹ (síran amonný), fosforem 35 kg.ha⁻¹ (Hyperkorn) a draslíkem 60 kg.ha⁻¹ (60 % draselná sůl). V průběhu vegetace byl porost mechanicky ošetřen proti plevelům (3 x proorávka), chemicky ošetřen proti plísni bramborové a mandelince bramborové. Sklizeň byla provedena ručně. Charakteristika průběhu polního pěstování je uvedena v tabulce 9.

Tab. 7: Charakteristika odrůd - konzumní (Med, 2003; Med, 2005)

Odrůda	Užitkový směr	Ranost	Hodnocení ranosti v bodech	Varný typ	Hlízy	Barva dužniny	Škrobnatost v %*	Výnos t/ha*
ADORA	K	VR	3	BC	velké, oválné	krémová	13,8	42,72
COLETTE	K	VR	7	BA	středně velké, oválné	světle žlutá	14,0	38,55
IMPALA	K	VR	9	B	velké oválné až dlouze oválné	žlutá	13,0	45,25
ROSARA	K	VR	6	BA	středně velké až velké, oválné	tmavě žlutá, slupka červená	14,3	40,64
ADÉLA	K	R	4	B	středně velké, krátce oválné	tmavě žlutá	14,4	47,72
CICERO	K	R	3	BC	velké, oválné	žluté	15,1	50,40
CINJA	K	R	2	BA	středně velké až malé, dlouze oválné	žlutá	15,7	38,80
DALI	K	R	2	BA	velké, oválné	žlutá	13,9	45,50
KARIN	K	R	2,5	BA	středně velké, dlouze oválné	žlutá	16,0	43,26
MARABEL	K	R	3	BA-B	středně velké, oválné	tmavě žlutá	13,8	47,72
AGRIA	K	PR	3	B	velké, oválné	tmavě žlutá	16,5	55,44
BOLESTA	K	PR	4,5	C	velké, krátce oválné	tmavě žlutá	16,5	56,57
DITTA (původní název Lenka)	K	PR	2	AB	středně velké, dlouze oválné	žlutá	15,4	48,02
FILEA	K	PR	4,5	BA	středně velké až malé, dlouze oválné	tmavě žlutá	14,5	42,08
LAURA	K	PR	2	B-BC	středně velké, dlouze oválné	tmavě žlutá, slupka červená	14,8	45,54
MILVA	K	PR	3	AB	středně velké, krátce oválné	tmavě žlutá	15,6	57,42
ROSELLA	K	PR	7	B	velké, oválné	tmavě žlutá	15,9	59,40
SANTÉ	K	PR	6	B	velké, krátce oválné	světle žlutá	16,2	52,47
BIONTA	K	PP-P	7	BC	středně velké, krátce oválné	tmavě žlutá	17,0	61,95
SYMFONIA	K	PP-P	6	BC	velké, oválné	žlutá, slupka červená	17,7	49,38

pozn.: *průměrné hodnoty vypočítané na základě odrůdových pokusů ÚKZÚZ provedených v letech 2000 - 2004

K = konzumní odrůda; VR = velmi raná odrůda (délka vegetační doby 90 – 100 dnů), R = raná (100 – 110 dnů), PR = poloraná (110 – 130 dní), 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

Tab. 8: Charakteristika odrůd – průmyslové a pro zpracovatelský průmysl (Med, 2003; Med, 2005)

Odrůda	Užitkový směr	Ranost	Hodnocení ranosti v bodech	Varný typ	Hlízy	Barva dužniny	Škrobnatost v % *	Výnos t/ha*
FRESCO	ZP	VR	4	B	středně velké, krátce oválné až oválné	žlutá	14,9	38,27
DELIKAT	ZP	R	7	-	středně velké, oválné	žlutá	17,8	43,71
TEGAL	P	R	9	-	malé, krátce oválné	světle žlutá	19,2	41,92
TOMENSA	P	R	4,5	-	středně velké až malé, kulovité	světle žlutá	22,4	41,03
VANEDA	P	R	2	-	středně velké, krátce oválné až oválné	světle žlutá	17,9	47,27
VLADAN	P	PR	7	-	středně velké až malé, krátce oválné	světle žlutá	20,4	49,01
INNOVATOR	ZP	PR	7	-	velké, dlouze oválné	krémová	16,0	47,52
ASTERIX	ZP	PP-P	8	BC	velké, oválné	žlutá, červená slupka	18,3	55,30
JAVOR	P	PP-P	7	-	středně velké, kulovité	žlutá	20,2	43,01
KRUMLOV	P	PP-P	6,5	-	velké, krátce oválné	krémová, slupka červená	19,9	52,74
KURAS	P	PP-P	8	-	velké, krátce oválné	bílá	19,9	60,93
MERKUR	P	PP-P	7	-	středně velké, krátce oválné	bílá	21,6	51,20
MORENE		PP-P	5	-	velké, oválné	bílá až krémová	17,3	57,88
ORNELLA	P	PP-P	5	-	středně velké až malé, krátce oválné	světle žlutá	21,0	47,62
PACOV	P	PP-P	7,5	-	středně velké, dlouze oválné	žlutá	21,1	42,48
PRODUCENT	P	PP-P	4,5	-	středně velké až malé, krátce oválné	žlutá	21,4	53,76
SATURNA	P	PP-P	8	-	středně velké až malé, krátce oválné	světle žlutá	19,3	42,50
SIBU	P	PP-P	4,5	-	velké, krátce oválné	bílá	20,6	57,34
TÁBOR	P	PP-P	6	-	středně velké až malé, krátce oválné	žlutá	22,2	49,66
WESTAMYL	P	PP-P	4,5	-	středně velké až malé, krátce oválné	žlutá	22,8	47,62

pozn.: *průměrné hodnoty vypočítané na základě odrůdových pokusů ÚKZÚZ provedených v letech 2000 - 2004

P = průmyslová odrůda; ZP = pro zpracovatelský průmysl; 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 B = středně pevné až pevné hlízy, BC – C = kypřé až středně kypřé hlízy

Tab. 9: Charakteristika průběhu polního pěstování v roce 2005

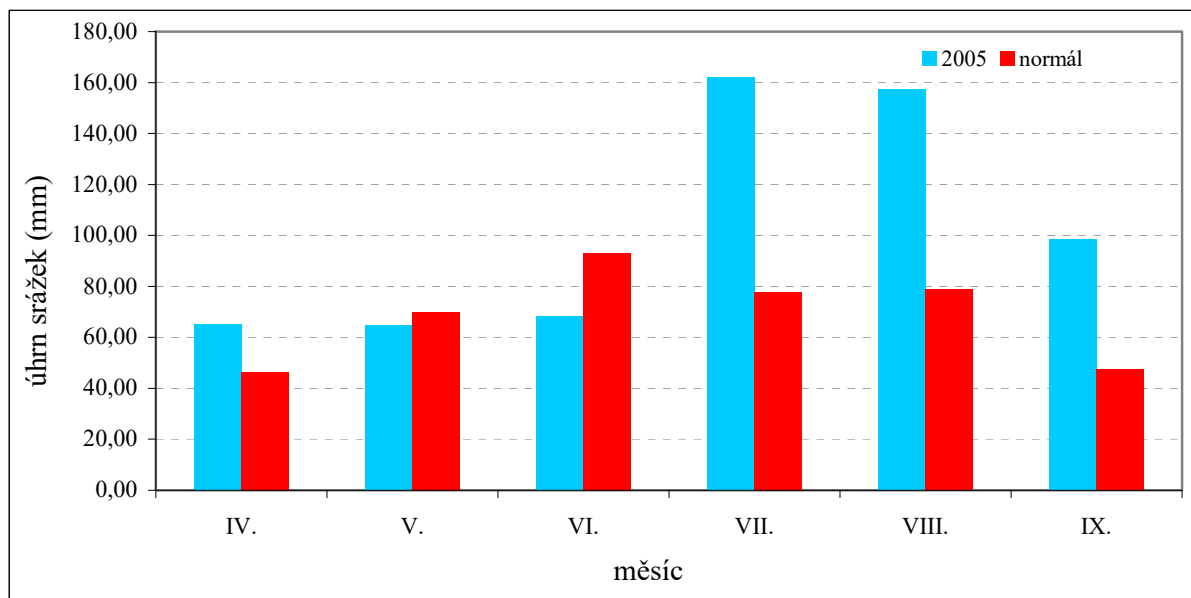
Pozemek ZF JČU České Budějovice	
Výsadba	02.05.
Počátek vzcházení	21.05.
Plné vzcházení	25.05.
Plné kvetení	20.6. – 7.7.
Sklizeň	20.09.
Stav porostu při sklizni	zelený, mírně poškozený
Výsadba-sklizeň (dnů)	141

Průběh teplot vzduchu a srážek v jednotlivých měsících je uveden v tab. 10, 11. Grafické znázornění hodnot a srovnání s normálem z let 1961 – 1990 je na obr. 6 a 7.

Tab. 10: Úhrn srážek v mm (1.4.2005 – 30.9.2005)

Dekáda	4/05	5/05	6/05	7/05	8/05	9/05	4 – 9/05
I	21,5	22,8	15,3	91,8	13,7	22,7	187,8
II	35,5	15,6	24,3	34,9	87,5	40,3	238,1
III	8,3	26,3	28,7	35,6	56,1	35,3	190,3
Měsíční úhrn	65,3	64,7	68,3	162,3	157,3	98,3	616,2

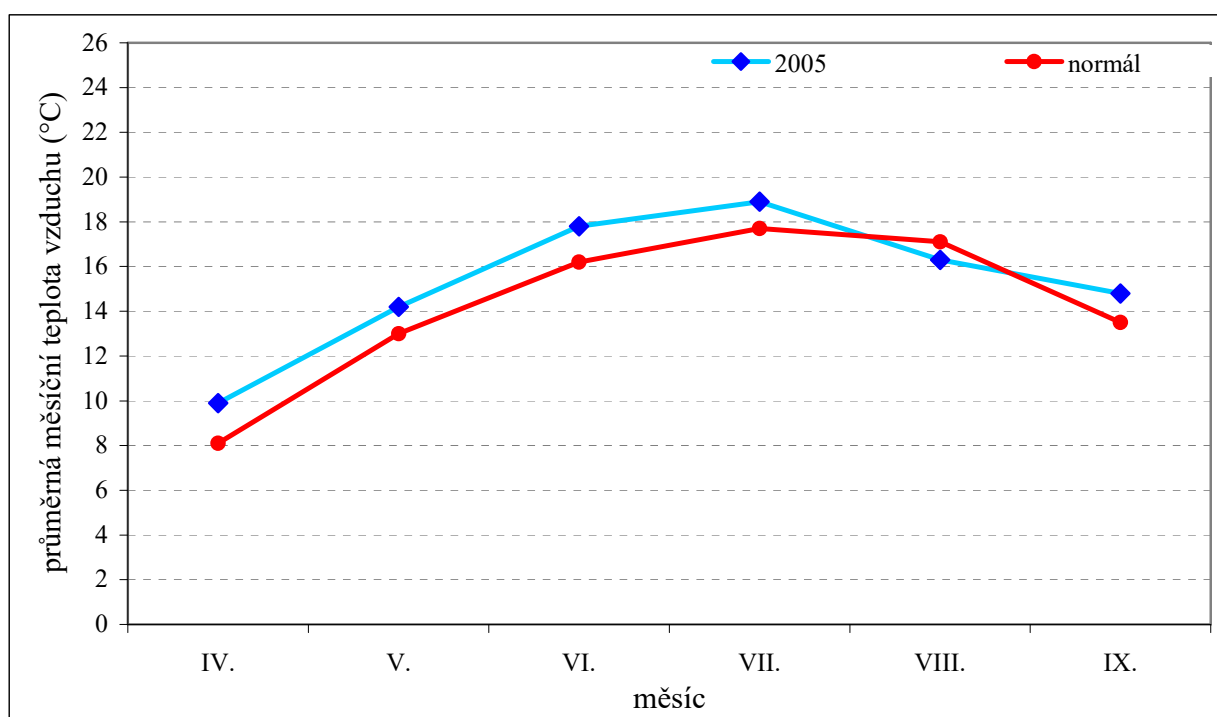
Obr. 6: Měsíční úhrny srážek v porovnání s normálem (1961-1990)



Tab. 11: Průměrné denní teploty vzduchu ve °C (1.4.2005 – 30.9.2005)

Dekáda	4/05	5/05	6/05	7/05	8/05	9/05	4 – 9 /05
I	8,7	12,1	13,6	16,2	16,0	18,2	14,1
II	10,6	11,7	18,1	20,3	15,1	13,8	14,9
III	10,3	19,0	21,6	20,2	17,7	12,5	16,9
Měsíční průměr	9,9	14,2	17,8	18,9	16,3	14,8	15,3

Obr.7: Průměrné měsíční teploty vzduchu v porovnání s normálem (1961-1990)



4.2 Metody

4.2.1 Výnos a průměrná hmotnost hlíz

Po sklizni byl hlízový materiál zvážen a spočítán počet hlíz u jednotlivých odrůd. Na základě těchto údajů byla vypočtena průměrná hmotnost hlízy (PHH) a výnos hlíz v t.ha⁻¹ (výnos byl v práci stanoven jako doplňková charakteristika bez opakování).

4.2.2 Obsah sušiny

Při stanovování obsahu sušiny hlíz bylo nejprve provedeno vzorkování – vybráno 10 vyrovnaných hlíz od každé odrůdy, uprostřed překrojeny a z každé hlízy byl odříznut tenký plátek. Obsah sušiny hlíz byl stanoven vázkově z hmotnosti navážky čerstvého materiálu a hmotnosti vysušeného materiálu. Pro stanovení byla použita dvě opakování. Vysušení plátků hlíz bylo provedeno procesem lyofilizace (teplota -50° C, tlak 40 mBar, doba 48 hodin).

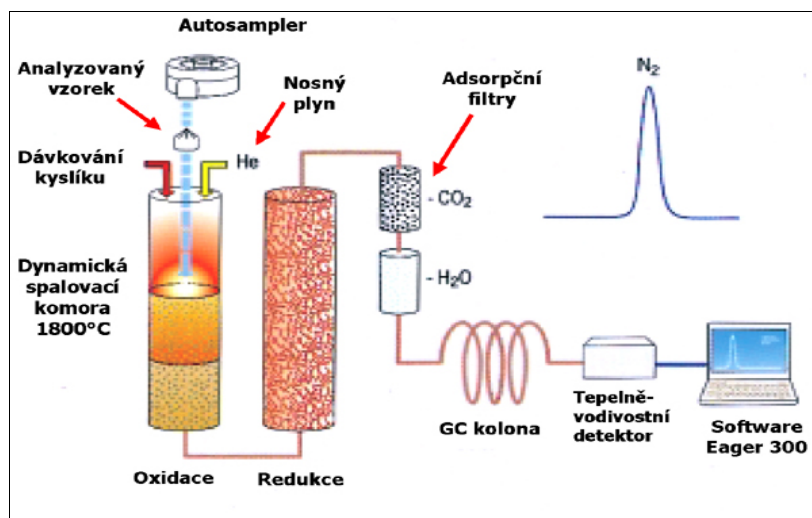
4.2.3 Obsah škrobu

Obsah škrobu byl stanoven denzimetricky pomocí Hošpes-Pecoldových vah s navážkou 5,05 kg brambor omytých pod vodou. Samostatně měřena vždy 2 opakování u jednotlivých odrůd.

4.2.4 Obsah dusíkatých látek (hrubých bílkovin)

Obsah dusíku v sušině hlíz byl stanoven modifikovanou Dumasovou metodou (Dynamic Flash Combustion technique) prostřednictvím přístroje Flash EA 1112 (schéma na obr. 8). Pro stanovení byl použit lyofilizovaný hlízový materiál získaný při stanovování sušiny hlíz a upravený homogenizací v laboratorním šrotovníku. Provedena byla dvě opakování s navážkou vzorku 100 mg.

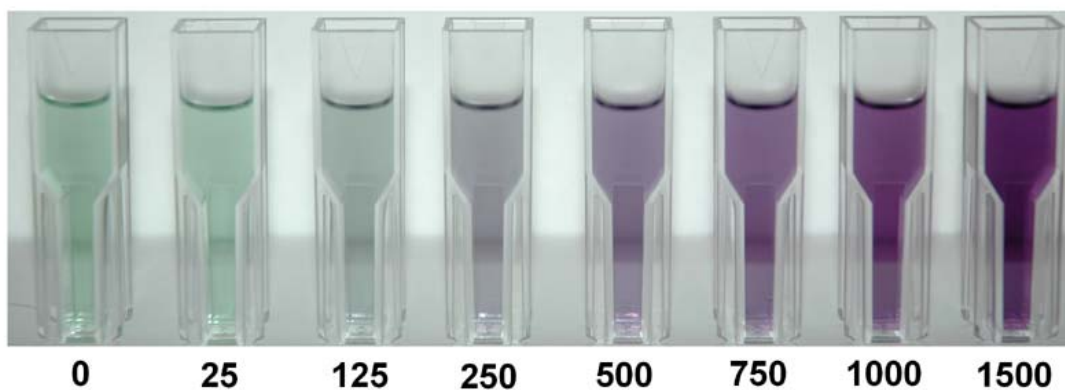
Obr. 8: Schéma analytického procesu stanovení obsahu dusíku na přístroji Flash EA 1112 (ThermoQuest, 1999)



4.2.5 Obsah čistých bílkovin

Celkový čistý protein byl extrahován z lyofilizované bramborové mouky pomocí SDS extrakčního pufru (0,0625 M Tris-HCl, pH 6,8; 2 % SDS) bez přítomnosti redukujícího 2-merkptoethanolu. K 200 mg lyofilizované bramborové mouky, bylo přidáno 2 ml výše uvedeného SDS extrakčního pufru. Extrakce probíhala 4 hodiny při teplotě 4°C. Po centrifugaci (9000 g; 10 minut; 4°C) bylo odebráno 500 µl supernatantu. Vzhledem k tomu, že extrakční pufr nemohl obsahovat inkompatibilní 2-merkptoethanol nebyla zcela zastavena enzymatická aktivita. Z tohoto důvodu byly vzorky uvařeny (2 min., 100°C). Vlastní analýza čistého proteinu byla provedena prostřednictvím BCA Protein Assay (analytický kit firmy Pierce, USA) podle pokynů přiloženého protokolu. Na obr. 9 je ukázka zbarvení kalibračních standardů o různé koncentraci hovězího sérového albuminu (BSA µg.ml⁻¹).

Obr. 9: Ukázka zbarvení kalibračních standardů o různé koncentraci hovězího sérového albuminu (BSA µg.ml⁻¹)



4.2.6 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat hodnocených parametrů bylo provedeno pomocí software STATISTICA, ver. 6 (StatSoft, Inc., 2001). Základem pro vyhodnocení se stala jednocestná analýza rozptylu (ANOVA), Tukeyho HSD test, který otestoval průkaznost diferencí (rozdílů) mezi hodnotami jednotlivých odrůd vždy v rámci jedné vlastnosti. Pro hodnocení vzájemných vztahů mezi sledovanými vlastnostmi byla provedena korelační analýza.

5. VÝSLEDKY

5.1 Výnos a průměrná hmotnost hlíz

Průměrný výnos hlíz u odrůd průmyslových brambor ($44,37 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) byl vyšší než u odrůd konzumních ($40,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Výnos hlíz konzumních odrůd se pohyboval v rozmezí $19,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Bolesta) až $58,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Rosella). Výnos hlíz průmyslových odrůd se pohyboval od $31,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Morene) do $58,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Merkur).

Průměrná hmotnost hlíz (PHH) byla velmi variabilní. Konzumní odrůdy vykazovaly vyšší celkovou PHH ($98,10 \text{ g}$) v porovnání s průmyslovými odrůdami ($91,40 \text{ g}$). U konzumních odrůd se PHH pohybovala od $67,6 \text{ g}$ (Bionta) do $147,7 \text{ g}$ (Agria). U průmyslových odrůd se PHH pohybovala od 63 g (Saturna) do $176,5 \text{ g}$ (Innovator).

Tab. 12: Průměrná hmotnost hlíz a výnos hlíz v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$

Odrůda průmyslová	Průměrná hmotnost hlíz (g)	Výnos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Asterix	77,60	56,30
Delikat	149,60	50,96
Fresco	74,40	32,82
Innovator	176,50	53,33
Javor	77,50	41,78
Krumlov	85,50	38,52
Kuras	111,20	56,00
Merkur	116,00	58,07
Morene	119,30	31,11
Ornella	68,90	40,00
Pacov	90,00	34,67
Producent	65,50	37,04
Saturna	63,00	40,89
Sibu	78,40	35,56
Tábor	65,10	39,70
Tegal	76,70	40,89
Tomensa	88,50	57,19
Vaneda	84,20	42,67
Vladan	88,10	52,74
Westamyl	72,30	47,11
Celk. průměr	91,40	44,37

Odrůda konzumní	Průměrná hmotnost hlíz (g)	Výnos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Adéla	101,10	58,10
Adora	140,00	26,96
Agria	147,70	56,00
Bionta	67,60	48,30
Bolesta	113,80	19,56
Cicero	111,40	43,56
Cinja	93,50	25,48
Colette	108,20	31,41
Dali	93,40	37,93
Filea	69,40	37,63
Impala	115,80	41,91
Karin	91,70	42,67
Laura	87,00	35,56
Lenka	82,40	37,33
Marabel	90,30	44,15
Milva	102,50	48,59
Rosara	89,40	37,63
Rosella	88,10	58,96
Santé	96,20	37,04
Symfonia	72,30	34,07
Celk. průměr	98,10	40,14

5.2 Obsah sušiny hlíz

Průměrný obsah sušiny hlíz odrůd průmyslových brambor (24 %) se velmi odlišoval od odrůd brambor konzumních (19,22 %). Jak je patrné z tab. 14, téměř všechny průmyslové odrůdy měly vysoký obsah sušiny – nad 21 %. Naopak většina konzumních odrůd měla obsah sušiny pod 21 %.

Z průmyslových odrůd vykazovaly nejvyšší hodnoty obsahu sušiny Westamyl (28,61 %), Tábor (27,3 %), Tomensa (26,30 %) a Merkur (26,27 %) a naopak nejnižší hodnotu Vaneda (19,37 %), Innovator (20,20 %) a Fresco (21,10 %).

Z konzumních odrůd vykazovaly nejvyšší hodnoty obsahu sušiny Symfonia (23,28 %) a Bionta (22,48 %). Nejnižší hodnoty byly zjištěny u odrůd Impala (15,69 %), Rosara (16,82 %) a Dali (16,96 %).

Tab. 13: Jednocestná analýza rozptylu pro obsah sušiny

	SS	df	MS	F	p
odrůda	863,20	39	22,13	109,3	0,00
Error	8,10	40	0,20		

Tab. 14: Obsah sušiny v % čerstvé hmoty (Tukeyho HSD test)

Odrůda	obsah sušiny	směrodatná odchylka	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
Impala	15,69	0,87	a																		
Rosara	16,82	0,00	a	b																	
Dali	16,96	0,05	a	b	c																
Cicero	17,26	0,50	a	b	c																
Adora	17,31	0,05	a	b	c																
Filea	17,44	0,40	a	b	c																
Adéla	18,32	0,18		b	c	d															
Colette	18,44	1,32		b	c	d	e														
Marabel	18,76	0,19			c	d	e	f													
Bolesta	18,77	0,46			c	d	e	f													
Karin	19,34	0,20				d	e	f	g												
Vaneda	19,37	0,85				d	e	f	g												
Laura	19,55	0,21				d	e	f	g	h											
Milva	20,06	0,57				d	e	f	g	h	i										
Lenka	20,18	0,06				d	e	f	g	h	i										
Innovator	20,19	0,16				d	e	f	g	h	i										
Agria	20,21	0,68					e	f	g	h	i										
Cinja	20,43	0,22						f	g	h	i	j									
Rosella	21,09	0,41							g	h	i	j	k								
Fresco	21,10	0,27							g	h	i	j	k								
Asterix	21,36	0,22								h	i	j	k	l							
Morene	21,53	0,25									i	j	k	l	m						
Delikat	21,67	0,33									i	j	k	l	m						
Santé	21,93	0,21									i	j	k	l	m						
Tegal	22,29	0,01										j	k	l	m						
Bionta	22,48	0,27											k	l	m	n					
Saturna	23,17	0,01												l	m	n	o				
Pacov	23,21	0,56												l	m	n	o				
Symfonia	23,28	0,34													m	n	o				
Krumlov	24,20	0,65														n	o	p			
Producent	24,85	0,07															o	p	q		
Vladan	25,22	0,02																p	q		
Ornella	25,61	0,05																p	q	r	
Kuras	25,82	0,38																p	q	r	
Sibu	25,91	0,34																p	q	r	
Javor	25,96	0,70																p	q	r	
Merkur	26,26	0,16																	q	r	
Tomensa	26,29	0,35																	q	r	
Tábor	27,30	0,58																		r	s
Westamyl	28,61	0,76																			s
Průměr	21,61																				

pozn.: šedou barvou označeny průmyslové odrůdy; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině

významnosti $\alpha = 0,05$

5.3 Obsah škrobu

Obsah škrobu byl v průměru vyšší u odrůd průmyslových brambor (16,74 %) než u konzumních odrůd (12,50 %). Z tabulky 16 je zřejmé, že obsah škrobu byl vysoký (nad 15 %) u většiny průmyslových odrůd a naopak nízký (pod 15 %) u většiny konzumních odrůd.

Z průmyslových odrůd měly vysoké hodnoty obsahu škrobu (nad 18 %) Westamyl (20,60 %), Kuras (19,20 %), Ornella (18,60 %), Sibula (18,45 %), Merkur (18,35 %) a Producent (18,30 %). Nejnížší hodnoty vykazovaly odrůdy Vaneda (12,90 %), Innovator (13,65 %), Morene (13,70 %) a Fresco (14,40 %).

Z konzumních odrůd měly vyšší obsah škrobu (nad 14 %) Symfonia (15,45 %), Bionta (14,75 %) a Karin (14,20 %). Nejnižší hodnoty byly změřeny u odrůd Impala (9,60 %), Filea (10,55 %) a Cicero (10,75 %).

Tab.15: Jednocestná analýza rozptylu pro obsah škrobu

	SS	df	MS	F	p
odrůda	609,38	39	15,63	169,4	0,00
Error	3,69	40	0,09		

Tab. 16: Obsah škrobu v % čerstvé hmoty (Tukeyho HSD test)

Odrůda	obsah škrobu	směrodatná odchylka	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
Impala	9,60	0,00	a																				
Filea	10,55	0,64	a	b																			
Cicero	10,75	0,21	a	b	c																		
Dali	10,85	0,07	a	b	c																		
Colette	11,20	0,14		b	c	d																	
Adora	11,30	0,14		b	c	d																	
Rosara	11,40	0,28		b	c	d																	
Laura	11,90	0,00			c	d	e																
Marabel	11,95	0,07			c	d	e	f															
Bolesta	12,20	0,14				d	e	f	g														
Vaneda	12,90	0,28					e	f	g	h													
Adéla	13,10	0,28					e	f	g	h	i												
Rosella	13,20	0,42						f	g	h	i	j											
Milva	13,20	0,00						f	g	h	i	j											
Lenka	13,30	0,28							g	h	i	j											
Agria	13,45	0,35							g	h	i	j											
Innovator	13,65	0,49								h	i	j	k										
Cinja	13,70	0,14								h	i	j	k										
Morene	13,70	0,14								h	i	j	k										
Santé	13,90	0,14								h	i	j	k										
Karin	14,20	0,42									i	j	k	l									
Fresco	14,40	0,14										j	k	l									
Bionta	14,75	0,35											k	l	m								
Asterix	15,20	0,14												l	m								
Tegal	15,45	0,21													l	m	n						
Symfonia	15,45	0,21													l	m	n						
Saturna	15,90	0,14													m	n	o						
Delikat	16,55	0,07														n	o	p					
Vladan	16,80	0,57															o	p					
Pacov	16,90	0,57															o	p					
Krumlov	17,30	0,00																p	q				
Tábor	17,35	0,21																p	q	r			
Javor	17,50	0,57																p	q	r			
Tomensa	17,75	0,21																p	q	r			
Producent	18,30	0,14																	q	r	s		
Merkur	18,35	0,07																	q	r	s		
Sibu	18,45	0,35																	q	r	s		
Ornella	18,60	0,28																		r	s		
Kuras	19,20	0,42																			s		
Westamyl	20,60	0,57																					t
Průměr	14,62																						

pozn.: šedou barvou označeny průmyslové odrůdy; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

5.4 Obsah N-látek v hlízách (N x 6,25)

Obsah N-látek v sušině byl v průměru vyšší u odrůd konzumních brambor (9,02 %) než u průmyslových odrůd (7,41 %). Tabulka 18 ukazuje, že průmyslové odrůdy mají nižší obsahy N-látek než konzumní.

U průmyslových odrůd byly naměřeny tyto nejvyšší hodnoty N-látek: Vaneda (10,19 %), Tegal (9,38 %), Innovator (9,28 %) a nejnižší hodnoty u odrůd Kuras (5,06 %), Tábor (5,52 %) a Merkur (5,69 %).

U konzumních brambor měly vyšší hodnoty N-látek (nad 10 %) tyto odrůdy: Bolesta (12,11 %), Impala (11,18 %), Rosara (11,05 %), Dali (10,95 %), Marabel (10,80 %), Colette (10,72 %), Adora (10,37 %) a Cicero (10,10 %). Naopak nejnižší hodnoty vykazovaly odrůdy Bionta (5,46 %) a Rosella (6,15 %).

Tab. 17: Jednocestná analýza rozptylu pro obsah N-látek

	SS	df	MS	F	p
odrůda	272,63	39,00	6,99	504,06	0,00
Error	0,55	40,00	0,01		

Tab. 18: Obsah N-látek v % sušiny (Tukeyho HSD test)

Odrůda	obsah N-látek	směrodatná odchylka	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
Kuras	5,06	0,04	a																				
Bionta	5,45	0,06	a	b																			
Tábor	5,52	0,13	a	b	c																		
Merkur	5,69	0,03		b	c	d																	
Javor	6,01	0,02			c	d	e																
Rosella	6,15	0,07				d	e	f															
Westamyl	6,28	0,09					e	f															
Lenka	6,28	0,17					e	f															
Sibu	6,49	0,11					e	f	g														
Producent	6,62	0,09						f	g	h													
Symfonia	6,87	0,05							g	h	i												
Pacov	6,88	0,15							g	h	i												
Santé	6,91	0,07							g	h	i												
Vladan	6,96	0,36							g	h	i												
Ornella	7,00	0,13								h	i												
Asterix	7,19	0,11									i												
Saturna	7,21	0,19									i												
Krumlov	7,96	0,04										j											
Milva	8,00	0,09										j											
Morene	8,04	0,01										j											
Tomensa	8,18	0,24										j	k										
Agria	8,54	0,09											k	l									
Filea	8,61	0,02											k	l	m								
Adéla	8,74	0,06												l	m	n							
Cinja	8,77	0,06												l	m	n							
Fresco	9,06	0,00													m	n	o						
Delikat	9,18	0,02														n	o	p					
Karin	9,19	0,02														n	o	p					
Innovator	9,28	0,09															o	p					
Tegal	9,38	0,20															o	p					
Laura	9,65	0,06																p	q				
Cicero	10,10	0,02																	q	r			
Vaneda	10,19	0,18																			r		
Adora	10,37	0,06																			r	s	
Colette	10,72	0,02																				s	t
Marabel	10,80	0,07																				s	t
Dali	10,95	0,24																					t
Rosara	11,05	0,01																					t
Impala	11,17	0,07																					t
Bolesta	12,11	0,03																					u
Průměr	8,21																						

pozn.: šedou barvou označeny průmyslové odrůdy; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

5.5 Obsah čistých bílkovin

Průměrný obsah bílkovin v sušině hlíz nebyl u odrůd konzumních (4,57 %) a průmyslových (4,60 %) brambor příliš odlišný.

V tab. 20 lze pozorovat, že se průmyslové odrůdy nalézají hlavně ve střední části tabulky (rozmezí 4,40 % - 4,84 %), pouze několik málo odrůd mělo výrazně nízký nebo vysoký obsah bílkovin. Nejvyšší hodnoty obsahu bílkovin (nad 5 %) vykazovaly odrůdy Tomensa (6,44 %) a Vaneda (5,04 %). Nejnižší hodnoty (pod 4 %) odrůdy Kuras (3,46 %) a Vladan (3,86 %).

Hodnoty u odrůd konzumních brambor se pohybovaly v horní a spodní části tabulky. Vyšší hodnoty obsahu bílkovin (nad 5 %) vykazovaly např. odrůdy Dali (5,50 %), Marabel (5,50 %), Bolesta (5,44 %) a Laura (5,36 %). Nejnižší hodnota byla změřena u odrůdy Bionta (3,26 %).

Tab. 19: Jednocestná analýza rozptylu pro obsah čistých bílkovin

	SS	df	MS	F	p
odrůda	30,57	39,00	0,78	36,44	0,00
Error	0,86	40,00	0,02		

Tab. 20: Obsah čistých bílkovin v % sušiny (Tukeyho HSD test)

Odrůda	obsah bílkovin	směrodatná odchylka	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Bionta	3,26	0,00	a																	
Kuras	3,46	0,03	a	b																
Rosella	3,60	0,01	a	b	c															
Vladan	3,86	0,07	a	b	c	d														
Lenka	3,87	0,08	a	b	c	d														
Cinja	3,94	0,26		b	c	d	e													
Santé	3,98	0,09		b	c	d	e	f												
Rosara	4,05	0,21		b	c	d	e	f	g											
Agria	4,06	0,16		b	c	d	e	f	g											
Adéla	4,12	0,04			c	d	e	f	g	h										
Merkur	4,13	0,01			c	d	e	f	g	h	i									
Adora	4,24	0,04				d	e	f	g	h	i	j								
Javor	4,28	0,04				d	e	f	g	h	i	j	k							
Pacov	4,28	0,16				d	e	f	g	h	i	j	k							
Cicero	4,39	0,07				d	e	f	g	h	i	j	k	l						
Asterix	4,40	0,07				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m					
Fresco	4,52	0,03					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n				
Morene	4,53	0,24					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n				
Innovator	4,54	0,00					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n				
Tegal	4,57	0,40						f	g	h	i	j	k	l	m	n				
Krumlov	4,58	0,08						f	g	h	i	j	k	l	m	n				
Delikat	4,63	0,11							g	h	i	j	k	l	m	n				
Westamyl	4,68	0,00								h	i	j	k	l	m	n				
Ornella	4,74	0,05									i	j	k	l	m	n				
Sibu	4,77	0,03										j	k	l	m	n	o			
Saturna	4,84	0,10										j	k	l	m	n	o	p		
Filea	4,85	0,44										j	k	l	m	n	o	p		
Tábor	4,89	0,00											k	l	m	n	o	p	q	
Milva	4,90	0,17												l	m	n	o	p	q	
Producent	4,91	0,03												l	m	n	o	p	q	
Symfonia	5,01	0,03													m	n	o	p	q	
Vaneda	5,04	0,13														n	o	p	q	
Karin	5,07	0,07														n	o	p	q	
Impala	5,10	0,14														n	o	p	q	
Colette	5,12	0,08														n	o	p	q	
Laura	5,36	0,29															o	p	q	
Bolesta	5,44	0,17																p	q	
Dali	5,49	0,13																	q	
Marabel	5,50	0,09																	q	
Tomensa	6,44	0,01																		r
Průměr	4,58																			

pozn.: šedou barvou označeny průmyslové odrůdy; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

5.6 Podíl bílkovin v N-látkách

Podíl bílkovin v N-látkách činil v průměru 63,77 % u průmyslových odrůd a 51,92 % u odrůd konzumních brambor.

Z tabulky 22 vyplývá, že podíl bílkovin v N-látkách byl u většiny průmyslových odrůd vyšší než u odrůd konzumních. Z průmyslových odrůd vykazovaly nejvyšší podíl bílkovin v N-látkách Tábor (88,53 %) a Tomensa (78,73 %). Nejnižší podíl byl u odrůd Tegal (48,78 %) a Innovator (48,97 %).

U konzumních odrůd se hodnoty pohybovaly od 36,62 % (Rosara) do 72,85 % (Symfonia).

Tab. 21: Jednocestná analýza rozptylu pro podíl bílkovin v N-látkách

	SS	df	MS	F	p
odrůda	10761,52	39,00	275,94	75,46	0,00
Error	146,27	40,00	3,66		

Tab. 22: Podíl bílkovin v N-látkách v % (Tukeyho HSD test)

Odrůda	poměr B-N-látky	směrodatná odchylka	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
Rosara	36,62	1,84	a													
Adora	40,87	0,15	a	b												
Cicero	43,46	0,75	a	b	c											
Cinja	44,89	2,60		b	c											
Bolesta	44,91	1,31		b	c											
Impala	45,61	1,53		b	c											
Adéla	47,12	0,78		b	c	d										
Agria	47,54	2,42		b	c	d	e									
Colette	47,75	0,70		b	c	d	e									
Tegal	48,77	5,34		b	c	d	e	f								
Innovator	48,97	0,45			c	d	e	f								
Vaneda	49,46	0,34			c	d	e	f								
Fresco	49,89	0,31			c	d	e	f	g							
Dali	50,17	0,11			c	d	e	f	g							
Delikat	50,43	1,37			c	d	e	f	g							
Marabel	50,89	0,49			c	d	e	f	g	h						
Karin	55,12	0,91				d	e	f	g	h	i					
Vladan	55,47	1,91					e	f	g	h	i					
Laura	55,48	2,68					e	f	g	h	i					
Filea	56,27	4,99						f	g	h	i					
Morene	56,41	3,05						f	g	h	i					
Krumlov	57,49	1,38							g	h	i					
Santé	57,63	0,79							g	h	i					
Rosella	58,48	0,93								h	i					
Bionta	59,75	0,67									i	j				
Asterix	61,20	1,87									i	j	k			
Milva	61,36	2,84									i	j	k			
Lenka	61,67	3,01									i	j	k			
Pacov	62,17	0,95									i	j	k			
Saturna	67,16	0,39										j	k	l		
Ornella	67,73	2,07										j	k	l		
Kuras	68,39	1,11											k	l		
Javor	71,21	0,49												l	m	
Merkur	72,57	0,11												l	m	
Symfonia	72,85	0,11												l	m	
Sibu	73,47	1,61												l	m	
Producent	74,25	1,48												l	m	
Westamyl	74,57	1,09												l	m	
Tomensa	78,73	2,49													m	
Tábor	88,52	2,04														n
Průměr	57,88															

pozn.: šedou barvou označeny průmyslové odrůdy; neshodná písmena indikují průkazný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

5.7 Vztahy mezi sledovanými ukazateli

Tabulky 23, 24 a 25 popisují korelační vztahy mezi jednotlivými sledovanými parametry. U odrůd konzumních a průmyslových brambor byly prokázány pozitivní korelační vztahy mezi raností a obsahem dusíkatých látek ($r = +0,76$) a také mezi obsahem škrobu a sušiny ($r = +0,96$). Podíl bílkovin v N-látkách pozitivně koreloval s obsahem sušiny ($r = +0,84$) a obsahem škrobu ($r = +0,76$). Negativní korelační závislost byla nalezena mezi obsahem N-látek a podílem bílkovin v N-látkách ($r = -0,79$). Ranost negativně korelovala s obsahem sušiny, obsahem škrobu a podílem bílkovin v N-látkách. Obsah N-látek negativně koreloval s obsahem sušiny ($r = -0,81$) a škrobu ($r = -0,72$). Nebyl prokázán korelační vztah mezi obsahem bílkovin a raností, ani mezi obsahem bílkovin a sušiny.

U konzumních brambor byl prokázán statisticky významný pozitivní vztah mezi obsahem N-látek a obsahem bílkovin ($r = +0,69$). U průmyslových brambor však statisticky významný vztah mezi obsahem N-látek a podílem bílkovin v N-látkách nalezen nebyl.

Tab. 23: Korelační analýza mezi sledovanými parametry u všech odrůd

total 40	ranost	průměrná hmotnost hlíz	sušina	obsah škrobu	obsah bílkovin	obsah N-látek	podíl bílkovin v N-látkách
ranost	1,00	-0,07	-0,70	-0,65	0,22	0,76	-0,73
průměrná hmotnost hlíz	-0,07	1,00	-0,24	-0,24	-0,20	0,00	-0,17
sušina	-0,70	-0,24	1,00	0,96	-0,14	-0,81	0,84
obsah škrobu	-0,65	-0,24	0,96	1,00	-0,12	-0,72	0,76
obsah bílkovin	0,22	-0,20	-0,14	-0,12	1,00	0,50	0,10
obsah N-látek	0,76	0,00	-0,81	-0,72	0,50	1,00	-0,79
podíl bílkovin v N-látkách	-0,73	-0,17	0,84	0,76	0,10	-0,79	1,00

pozn.: ve výpočtu ranost vyjádřena v bodech, vyšší číslo = ranější odrůda

Tab. 24: Korelační analýza mezi sledovanými parametry u průmyslových odrůd

průmyslové	ranost	průměrná hmotnost hlíz	sušina	obsah škrobu	obsah bílkovin	obsah N-látek	podíl bílkovin v N-látkách
ranost	1,00	-0,25	-0,53	-0,51	0,21	0,79	-0,66
průměrná hmotnost hlíz	-0,25	1,00	-0,06	0,03	-0,30	-0,13	-0,06
sušina	-0,53	-0,06	1,00	0,93	-0,04	-0,81	0,81
obsah škrobu	-0,51	0,03	0,93	1,00	-0,07	-0,73	0,70
obsah bílkovin	0,21	-0,30	-0,04	-0,07	1,00	0,37	0,24
obsah N-látek	0,79	-0,13	-0,81	-0,73	0,37	1,00	-0,80
podíl bílkovin v N-látkách	-0,66	-0,06	0,81	0,70	0,24	-0,80	1,00

pozn.: ve výpočtu ranost vyjádřena v bodech, vyšší číslo = ranější odrůda

Tab. 25: Korelační analýza mezi sledovanými parametry u konzumních odrůd

konzumní	ranost	průměrná hmotnost hlíz	sušina	obsah škrobu	obsah bílkovin	obsah N-látek	podíl bílkovin v N-látkách
ranost	1,00	-0,33	-0,75	-0,63	0,32	0,67	-0,65
průměrná hmotnost hlíz	-0,33	1,00	0,17	0,15	-0,14	-0,22	0,12
sušina	-0,75	0,17	1,00	0,90	-0,41	-0,83	0,77
obsah škrobu	-0,63	0,15	0,90	1,00	-0,39	-0,69	0,61
obsah bílkovin	0,32	-0,14	-0,41	-0,39	1,00	0,69	-0,05
obsah N-látek	0,67	-0,22	-0,83	-0,69	0,69	1,00	-0,74
podíl bílkovin v N-látkách	-0,65	0,12	0,77	0,61	-0,05	-0,74	1,00

pozn.: ve výpočtu ranost vyjádřena v bodech, vyšší číslo = ranější odrůda

6. DISKUZE

V roce 2005, kdy byl prováděn tento pokus, byly průměrné měsíční teploty vzduchu v období vegetace o dva stupně vyšší než třicetiletý průměr. Pouze srpen byl v průměru o stupeň chladnější než normál. Úhrn srážek za vegetaci (616,2 mm) byl výrazně vyšší než průměr za 30 let (413,7 mm). Vyšší teploty a vlhké počasí působí příznivě na růst a vývoj brambor a ovlivňují i obsah látek v hlízách.

6.1 Výnos hlíz a průměrná hmotnost hlíz

Velký vliv na výnos hlíz brambor má odrůda a délka vegetační doby. Z pokusů ÚKZÚZ vyplývá trend narůstání výnosu hlíz odrůd brambor v závislosti na délce vegetační doby (Med, 2005). Rozdíl v průměrném výnosu hlíz odrůd průmyslových (44,37 t.ha⁻¹) a konzumních brambor (40,14 t.ha⁻¹) lze tedy vysvětlit tím, že průmyslové brambory jsou zastoupeny pozdnějšími odrůdami a konzumní brambory naopak ranějšími.

Celkový průměrný výnos hlíz brambor dosáhl hodnoty 42,25 t.ha⁻¹. Při porovnání s letošním republikovým průměrem 30 t.ha⁻¹ (Čepl a kol., 2005) se jeví tato hodnota vysoká, ale výnosy z maloparcelkových pokusů bývají obvykle vyšší (vliv odrůdy, agrotechniky, ošetřování apod.) než z klasického polního pěstování.

Tento pokus byl prováděn v oblasti, která není typicky bramborářského výrobního typu a kde je písčito-hlinitý druh půdy, který je těžší a působí negativněji na růst hlíz než lehčí půdy v bramborářských oblastech. Celkové množství srážek za vegetaci zde bývá nižší, než je optimální pro pěstování brambor. Vzhledem k průběhu počasí a hodnotě průměrného výnosu v tomto roce se domnívám, že na výnos hlíz brambor měl velký vliv právě faktor počasí. Někteří autoři (Rybáček a kol., 1988; Jůzl a kol., 2000; Vokál a kol., 2000; Vokál a kol., 2003) se shodují, že na výnos hlíz působí příznivě vyšší teploty a rovnoměrně rozložené srážky v období vegetace. Mezi jednotlivými odrůdami však existují značné rozdíly v reakci na povětrnostní podmínky. Některé odrůdy brambor reagují méně výrazně, ale nejpočetnější je skupina odrůd, jež reaguje velmi silně (Rasoča a kol., 2005).

Průměrná hmotnost hlíz je ovlivněna nejen odrůdou, ale i dalšími faktory - stanoviště, ročník, dusíkaté hnojení (Bárta, 2002). Na základě výsledků je možné potvrdit, že se průměrná hmotnost hlíz liší v závislosti na odrůdě.

6.2 Obsah sušiny a obsah škrobu

Obsah sušiny a škrobu v hlízách brambor spolu úzce souvisejí (Rybáček a kol., 1988). S tímto tvrzením koresponduje výsledek korelační analýzy, kde byl nalezen významný pozitivní vztah mezi těmito parametry ($r = + 0,96$).

Průměrný obsah sušiny byl u odrůd průmyslových brambor 24 % a průměrný obsah škrobu 16,74 %. Odrůdy konzumní obsahovaly v průměru méně sušiny 19,22 % i škrobu 12,50 %. Tyto výsledky se především v případě odrůd průmyslových brambor shodují s tvrzením většiny autorů, kteří uvádějí průměrný obsah sušiny 24 % a průměrný obsah škrobu v hlízách brambor 17 %. Autoři se ale výrazně liší v udávaných rozmezích (Šmálik, 1987; Rybáček a kol., 1988; Kodet, Babor, 1991; Debre, Brindza, 1996; Jůzl a kol., 2000; Pelikán a kol., 2002).

Maximální hodnoty obsahu sušiny dosáhla průmyslová pozdní odrůda Westamyl (28,61 %) a minimální hodnoty odrůda Impala (15,69 %), což je zástupce konzumních velmi raných brambor. Tytéž odrůdy obsahovaly i nejvyšší (Westamyl – 20,60 %) a nejnižší (Impala – 9,60 %) obsah škrobu. Výsledky naznačují závislost obsahu sušiny a škrobu na odrůdě a ranosti. Korelační analýza prokázala významný negativní vztah mezi obsahem sušiny a raností ($r = - 0,70$) a také mezi obsahem škrobu a raností ($r = - 0,65$).

Tyto poznatky potvrzují někteří autoři, podle nichž mají odrůdy rané nižší obsah sušiny a škrobu než odrůdy pozdní, což znamená, že délka vegetační doby pozitivně koreluje s obsahem sušiny a škrobu (Dobiáš, Míča, 1985a; Rybáček a kol., 1988; Zrůst, Holá, 1994; Debre, Brindza, 1996; Jůzl a kol., 2000).

Výše obsahu sušiny je z 81,58 % ovlivněna odrůdou, prostředí působí z 10,85 % a interakce odrůda x prostředí ze 7,30 %. Velký vliv má ročník, hnojení a agrotechnika (Rybáček a kol., 1988; Debre, Brindza, 1996).

Podle práce Dobiáše a Míči (1985b) je obsah škrobu ovlivňován odrůdou z 65,97 %, prostředím z 19,28 % a 14,75 % připadá na interakci genotypu s prostředím. Podle dalších autorů je škrobnatost brambor je závislá na odrůdě, agrotechnice, hnojení a počasí v době hlavní vegetace (Rybáček a kol., 1988; Kodet, Babor, 1991; Pelikán a kol., 2002).

6.3 Obsah dusíkatých látek a obsah bílkovin

Pro stanovení obsahu dusíkatých látek a bílkovin v hlízách brambor bývají používány různé metodické postupy. Tím může docházet ke zkreslování skutečných hodnot, a proto nelze výsledky absolutně srovnávat.

Z výsledků této práce vyplývá, že celkový průměrný obsah N-látek v sušině hlíz odrůd brambor byl 8,2 %. Tato hodnota se nejvíce blíží k tvrzení, že obsah N-látek tvoří v průměru 8,4 % sušiny hlíz (Rybáček a kol., 1988). V porovnání s dalšími autory, kteří uvádějí průměrný obsah N-látek kolem 10 %, byla hodnota v tomto pokusu nižší (Hruška a kol. 1974; Debre, Brindza, 1996; Pelikán a kol., 2002).

Obsah N-látek v hlízách brambor je vysoce průkazně ovlivněn odrůdou, ročníkem, místem pěstování a dusíkatým hnojením (Rybáček a kol., 1988; Leszkowiat a kol. 1991; Debre, Brindza, 1996; Míča, Vokál, 1997; Mitrus a kol., 2003; Lin a kol., 2004). Zřejmě nejvýznamnější vliv odrůdy potvrzují poměrně výrazné odrůdové rozdíly v obsahu N-látek v tomto pokusu - kolísání hodnot u průmyslových odrůd 5,06 % (Kuras) - 10,19 % (Vaneda) a u konzumních odrůd 5,46 % (Bionta) – 12,11 % (Bolesta).

Při hodnocení výsledků byl nalezen statisticky průkazný pozitivní vztah mezi raností a obsahem N-látek ($r = +0,76$). To koresponduje s tvrzením, že rané odrůdy vykazují vyšší obsahy N-látek než odrůdy pozdní (Míča, Vokál, 1997).

Lachman a kol. (2004) v tříletém polním pokusu hodnotili obsah bílkovin u 7 odrůd brambor. Výše položená oblast vykazovala nižší průměrný obsah bílkovin (4,27 % sušiny) ve srovnání s níže položenou oblastí (4,72 % sušiny). S těmito hodnotami obsahu bílkovin korespondují i výsledky tohoto pokusu. Průměrný obsah bílkovin byl u odrůd konzumních brambor 4,57 % a u průmyslových 4,60 %.

Při porovnávání jednotlivých odrůd bylo zjištěno, že existuje široká variabilita obsahu bílkovin. Průmyslové odrůdy se v obsahu bílkovin převážně pohybovaly v rozmezí 4,40 % – 4,84 %. Velmi odlišné hodnoty vykazovalo několik odrůd. Nejvyšší hodnota byla nalezena u odrůdy Tomensa (6,44 %) a nejnižší u odrůdy Kuras (3,46 %). Konzumní odrůdy naopak měly obsah bílkovin rozložen v celém širokém rozpětí 3,26 až 5,50 %. Tyto výsledky naznačují, že na obsah bílkovin by mohl mít vliv genotyp. S tímto tvrzením korespondují někteří autoři, kteří prokázali statisticky významný vliv odrůdy (podíl odrůdy na variabilitě bílkovin 30 %) a ročníku na obsah bílkovin (Míča, 1986; Lachman a kol., 2004).

Hruška a kol. (1974) našli významný pozitivní vztah mezi obsahem bílkovin a N-látek v bramborách - z výsledků souboru 90 odrůd světového sortimentu byla zjištěna korelace + 0,657. Při srovnání s výsledky pokusu byl také nalezen pozitivní korelační vztah +0,69, ale pouze u odrůd konzumních brambor. U odrůd průmyslových brambor statisticky významný vztah mezi obsahem bílkovin a N-látek nalezen nebyl.

6.4 Podíl bílkovin v N-látkách

Celkový průměrný podíl bílkovin v N-látkách byl 57,88 %, přičemž u odrůd průmyslových brambor 63,77 % a u konzumních 51,92 %. Tyto hodnoty jsou o něco vyšší než obecně uváděný průměrný podíl obsahu bílkovin v obsahu dusíkatých látek (kolem 50 %) v bramborové hlíze (Rybáček a kol., 1988; Debre, Brindza, 1996; Míča, Vokál, 1997; Jůzl a kol., 2000; Pelikán a kol., 2002).

Debre, Brindza (1996) ve svém pokusu zjistili statisticky významný vliv ročníku a odrůdy na podíl bílkovin v N-látkách. Na základě provedené korelační analýzy bylo prokázáno, že mezi podílem bílkovin v N-látkách a raností je významný negativní vztah $r = -0,73$. Což znamená, že ranější odrůdy obsahují nižší podíl bílkovin v N-látkách a pozdnější odrůdy naopak vyšší podíl. Vyšší průměrný podíl obsahu bílkovin u odrůd průmyslových brambor lze tedy vysvětlit tím, že průmyslové brambory jsou zastoupeny pozdnějšími odrůdami.

Podle výsledků tohoto pokusu se hodnoty podílu bílkovin v N-látkách u odrůd průmyslových brambor pohybovaly v rozmezí 48,77 – 88,52 % a u konzumních v rozpětí 36,62 – 72,85 %. Existence velmi širokého rozpětí byla potvrzena několika autory. Li, Sayre (1975) uvádějí podíl bílkovin v N-látkách v rozpětí od 34 do 70 %. Podle práce Hrušky a kol. (1974) podíl čistých bílkovin kolísá od 43,6 do 68,4 % a výjimečně může dosáhnout hodnot 90 %. Debre, Brindza (1996), kteří hodnotili 30 genotypů brambor ve čtyřletém pokusu, udávají podíl čistých bílkovin v rozmezí 49,50 – 71 %.

Míča, Vokál (1997) uvádějí, že s vysokým relativním podílem čisté bílkoviny je spjat vysoký procentický podíl škrobu a proto je podíl dusíkatých látek v sušině relativně nízký. S tímto tvrzením korespondují i výsledky této práce. Mezi podílem obsahu bílkovin v N-látkách a obsahem škrobu jsem našla pozitivní korelační vztah +0,84 a mezi podílem bílkovin v N-látkách a obsahem N-látek negativní korelační vztah -0,79.

7. ZÁVĚR

Na základě jednoletého sledování obsahu sušiny, škrobu, dusíkatých látek a bílkovin u vybraných odrůd brambor lze vyvodit tyto závěry :

- Průměrný výnos průmyslových brambor byl o 4,23 t.ha⁻¹ vyšší než průměrný výnos konzumních brambor.
- Sledované parametry korelovaly s délkou vegetační doby. Čím ranější odrůda, tím nižší obsah sušiny a škrobu, menší podíl bílkovin v N-látkách a vyšší obsah N-látek.
- Korelační analýza potvrdila, že u brambor je obsah škrobu v pozitivní korelaci s obsahem sušiny ($r = +0,96$).
- Byl nalezen pozitivní korelační vztah mezi obsahem sušiny a podílem bílkovin v N-látkách ($r = +0,84$), negativní vztah mezi obsahem sušiny a N-látek ($r = -0,81$) i mezi podílem bílkovin v N-látkách a obsahem N-látek ($r = -0,79$).
- Průměrný obsah čistých bílkovin se u odrůd konzumních a průmyslových brambor téměř nelišil (rozdíl 0,03 % ve prospěch škrobnatých brambor).
- U konzumních odrůd obsah bílkovin pozitivně koreloval s obsahem dusíkatých látek ($r = +0,69$).
- U průmyslových odrůd byl průměrný podíl bílkovin v N-látkách vyšší (63,77 %) než u odrůd konzumních brambor (51,92 %).

Pro detailnější studium odrůdové variability u sledovaných parametrů je potřebné získat výsledky z víceletých opakování, případně z rozdílných stanovištních podmínek.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Altera J., Alterová L. (2003):** Technologie pro 1. roč. SPŠ. Svoboda servis, Praha.
- Bárta J. (2002):** Studium vlivu dusíkatého hnojení na kvalitu konzumních brambor. Disertační práce, ZF JU, České Budějovice.
- Bárta J., Čurn V. (2004):** Bílkoviny hlíz bramboru (*Solanum tuberosum L.*) – klasifikace, charakteristika, význam. Chemické listy, 98: 373 – 378.
- Čepl J., Domkářová J., Hausvater E., Rasocha V., Vokál B. (2005):** Vliv ročníku na produkci brambor v roce 2005. Úroda: časopis pro rostlinnou produkci, 3, 12: 25 - 27.
- Debre F., Brindza J. (1996):** Genotypy zemiakov z pohľadu produkcie a užitkovej hodnoty. Rostlinná výroba, 42, 11: 509-515.
- Desborough S. L. (1985):** Potato proteins. In: Potato Physiology, New York, 329-351.
- Diviš J., Jůza J., Moudrý J., Vondryš J. (2000):** Pěstování rostlin (skriptum). Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Diviš J., Švajner J., Bárta J. (2005):** Vliv dusíku na výnos a obsah škrobu. Agro – pole, stáje, technika, 6, 3: 28 – 29.
- Dobiáš K., Míča B. (1985a):** Vliv odrůdy a místa pěstování na obsah sušiny brambor. Rostlinná výroba, 31, 1: 69 – 76.
- Dobiáš K., Míča B. (1985b):** Vliv odrůdy a ekologických podmínek na obsah škrobu u brambor. Rostlinná výroba, 31, 8: 853 - 860.
- Domkářová J. (2001):** Zhodnocení genofondu odrůd *Solanum tuberosum L.* z hlediska kvality a odolnosti k chorobám. Autoreferát disertační práce. AF ČZU, Praha.
- Fér J. (1994):** Skladování a tržní úprava brambor (metodika). ÚZPI, Praha.
- Friedman M. (1996):** Nutritional value of proteins from different food sources. A review, J. Agric. Food Chem., 44: 6 - 29.
- Hamouz K. (1994):** Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, Praha.
- Hruška L. a kol. (1974):** Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Juliano B. O. (1999):** Comparative nutritive value of various staple foods. Food Reviews International, 15, 4: 399 – 434.

- Jůzl M. a kol. (2000):** Rostlinná výroba III – okopaniny (skriptum). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Kodet J., Babor K. (1991):** Modifikované škroby, dextry a lepidla. SNTL, Praha.
- Kolbe H., Stephan-Beckmann S. (1997):** Development, growth and chemical composition of potato crop (*Solanum tuberosum* L.). II. Tuber and whole plant. Potato Research, 40: 135-153.
- Kolbe H., Wei-li Z., Ballüer L. (1990):** Simulation of fertilizer influence on yield and quality of potato (*Solanum tuberosum*) tubers by nonlinear optimization method. Plant and Soil, 124: 309-313.
- Knorr D. (1978):** Protein quality of the potato protein concentrates. Lebesm. Wiss. Technol., 11: 109 – 115.
- Lachman J., Hamouz K., Dvořák P., Orsák M. (2005):** The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. Plant, Soil and Environment, 51, 10: 431 – 438.
- Leszkowiat M. J., Yada R. Y., Coffin R. H., Stanley D. W., McKeown A. W. (1991):** Free Amino compound total nitrogen and dry matter content of summer potatoes during growth in Southern Ontario. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 24, 1: 68-73.
- Liedl B. E., Kosier T., Desborough S. L. (1987):** HPLC isolation and nutritional value of major potato tuber protein. Am. Potato. J., 64: 545 – 557.
- Lin S., Sattelmacher B., Kutzmutz E., Muhling K. H., Dittert K. (2004):** Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. Source Journal of Plant Nutrition, 27, 2: 341 – 350.
- Li S. H., Sayre K. D. (1975):** The protein, non-protein and total nitrogen in *Solanum tuberosum*, ssp. Andigena potatoes. American Potato Journal, 52: 341-350.
- Med J. (2003):** Přehledy odrůd 2003 - brambory. ÚKZÚZ, Brno, 102p.
- Med J. (2005):** Přehledy odrůd 2005 - brambory. ÚKZÚZ, Brno, 115p.
- Míča B. (1986):** Kvalita brambor. In: Kvalita stolních a konzumních brambor a její ovlivnění. Škrobárny o. p., Havlíčkův Brod, 5-27.
- Míča B., Bečka J., Šebánek J., Vokál B. (1986):** Vliv odrůdy bramboru a dusíkatého hnojení na obsah sušiny a hmotnost bramborových hlíz během vegetace. Rostlinná výroba, 32, 2: 189-196.

- Míča B., Vokál B. (1997):** Dusíkaté látky a jejich vztah ke kvalitě brambor. *Bramborářství*, 5: 5 – 8.
- Míča B., Vokál B. (1994):** Brambory jako potravinářská surovina. *Bramborářství*, 2, 4: 10-12.
- Míča B., Vokál B. (1995):** Bramborový škrob, jeho význam a podmínky pro tvorbu v hlízách. *Bramborářství*, 3, 4: 11-14.
- Míča B., Vokál B., Penk J. (1990):** Dusičnany v bramborách a možnosti snížení jejich obsahu. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
- Mitrus J., Stankiewicz C., Stec E., Kamecki M., Starzewski J. (2003):** The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. *Plant Soil and Environment*, 49, 3: 131 – 134.
- Pelikán M., Hřivna L., Humpola J. (2002):** Technologie sacharidů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Pots A. M., Gruppen H., Diepenbeek van R., Lee van der J. J., Boekel van M. A. J. S., Wijngaards G., Voragen A. G. J. (1999):** The effect of storage of whole potatoes of three cultivars on the patatin and protease inhibitor content; a study using capillary electrophoresis and MALDI-TOF mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 1557-1564.
- Rasocha V., Hausvater E., Doležal P. (2005):** Vliv počasí na výnosy a počet nasazených hlíz brambor. *Úroda: časopis pro rostlinnou produkci*, 3, 4: 52 - 55.
- Rybáček V. a kol. (1988):** Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- STATISTICA for Windows (Computer program manual).** Tulsa, OK (USA).
- Svoboda I. (2005):** Situační a výhledová zpráva – brambory 2005. Ministerstvo zemědělství České republiky, 47p.
- Šimek J. (1988):** Šlechtitelské požadavky na kvalitu brambor pro průmyslové zpracování. In: Šlechtění zemědělských plodin na znaky a vlastnosti, důležité pro jejich průmyslové zpracování. Sborník z referátů z plenárního zasedání. Komise genetiky, šlechtění a semenářství, VŠÚSOPP Bučany, Praha, 32-36.
- Šmálik M. (1987):** Zemiaky. *Príroda*, Bratislava, 304 p.
- ThermoQuest (1999):** Flash EA TM 1112 Operating Manual. TMQ, Milan, 310p.
- Torma S. (2005):** Dusík nenahraditelný prvek v půdě a rostlině. *Agro - ochrana, výživa, odrůdy*, 10, 1: 27-29.

Vacek J. (1997): Stolní a technologická hodnota brambor. *Úroda*, 45, 10: 17.

Vokál B., Čepl J., Hausvater E., Rasocha V. (2003): Pěstujeme brambory. Grada, Praha.

Vokál B. a kol. (2000): Brambory. Agrospoj, Praha.

Zrůst J., Holá Z. (1994): The effect of drought stress on some qualitative indexes of potato – tubers. *Rostlinná výroba*, 40, 3: 261 – 270.