

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Nutričně významné látky v hlízách brambor

Bakalářská práce

Autor práce: Jana Šeráková

Obor studia: ATZD

Vedoucí práce: prof. Ing. Karel Hamouz, CSc.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nutričně významné látky v hlízách brambor" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu prof. Ing. Karlu Hamouzovi, CSc. za podnětné připomínky, odborné rady a čas při vedení této bakalářské práce. Poděkování patří také mé rodině a přátelům za trpělivost a podporu.

Nutričně významné látky v hlízách brambor

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární přehled o složení bramborových hlíz se zaměřením na hlavní nutričně významné látky, na jejich úlohu v lidské výživě a na faktory, které obsah těchto látek v bramborách ovlivňují. Z poznatků získaných studiem odborné a vědecké literatury jsem dospěla k těmto hlavním závěrům.

Bramborové hlízy jsou kromě vody tvořeny převážně sacharidy, které mají pro lidské tělo zásadní energetický význam. Nejvíce zastoupený je škrob, který oproti jednoduchým cukrům poskytuje delší pocit sytosti. Nelze opomenout ani vlákninu, která má pozitivní vliv na zdraví. Má očistné účinky pro trávicí trakt a je prevencí řady chorob, například rakoviny nebo cukrovky. Bramborové hlízy obsahují v minimálním množství i bílkoviny vysoké biologické hodnoty a tuk. Důležitý je i obsah vitaminů, především vitaminu C, jehož jsou brambory významným zdrojem. V bramborách nechybí ani minerální látky, z nichž má největší podíl draslík. Hlízy obsahují i antioxidanty, o jejichž pozitivním vlivu na zdraví nelze pochybovat. Na druhou stranu brambory mohou obsahovat i látky antinutriční, například glykoalkaloidy, těžké kovy nebo rezidua pesticidů, případně akrylamid.

Obsahy jednotlivých látek v bramborách mohou v závislosti na širokém spektru faktorů značně kolísat. U mnoha látek je jedním ze základních faktorů ovlivňujících jejich obsah odrůda (škrob, bílkoviny, antioxidanty). Neméně důležitý bývá i průběh vegetace, který se výrazně odráží například na zastoupení tuku nebo flavonoidů. V souvislosti s pěstitelskými opatřeními nelze nezmínit hnojení. Vyrovnané hnojení je důležité pro optimální obsah škrobu a hnojení dusíkatými hnojivy se výrazně promítne do obsahu bílkovin. Stejně tak je hnojení spojeno i s dusičnany. Obsahy jednotlivých látek lze ale často značně ovlivnit skladováním nebo kuchyňskou úpravou (jednoduché cukry, vitaminy, rezidua pesticidů).

Brambory již patří k tradici české kuchyně a jsou potravinou nenahraditelnou, o čemž svědčí průměrná spotřeba 70 kg na osobu a rok.

Klíčová slova: brambory, konzumní jakost hlíz, chemické složení, výživná hodnota, antinutriční látky

Nutritionally important compounds in potato tubers

Summary

The aim of my bachelor thesis was to formulate a literary overview about the composition of potato tubers focused on main nutritionally significant substances, their purpose in the human nutrition and on the factors which affect the content of these substances in potatoes. As a result of the knowledge I have gained from the academic and scientific literature I came to these main conclusions.

Potato tubers are apart from water consisted mainly of carbohydrates, which are vital for energy usage in human body. The most represented carbohydrate is starch that compared to other monosaccharides provides prolonged feeling of satiety. Also roughage cannot be forgotten for its positive effects on our health. It has cleansing effects for digestive system and also functions as prevention to various diseases, such as cancer or diabetes. Potato tubers contain proteins of high biological value and fat as well, although only in minimal amount. Important is that they contain vitamins, mostly vitamin C. They also contain mineral substances from which the highest share has potassium. Tubers contain antioxidants, about their positive effects on our health cannot be doubted. On the other hand potatoes can contain substances that are antinutritional, such as glycoalkaloids, heavy metals or residues of pesticides or acrylamide.

The contents of the individual substances in potatoes can vary depending on a wide spectrum of factors and fluctuate considerably. Species are one of the main factors that affect this (the amount of starch, proteins, and antioxidants). The process of vegetation is as important as the species factor and it affects amount of substances, such as fat and flavonoids. In connection to cultivation measures we cannot forget to mention fertilizing. Balanced fertilization is important for maintaining optimal amount of starch and fertilizing with nitrogenous fertilizers will affect the amount of proteins significantly. Likewise, fertilizing is associated with nitrates. The amount of each substance can be also affected by storing or by cooking (this affects the amount of monosaccharides, vitamins, and residues of pesticides).

Potatoes belong to traditional Czech cuisine and are irreplaceable, which can be seen on the average consumption of 70kg per capita per year.

Keywords: potatoes, consumer quality of tubers, chemical composition, nutritional value, antinutritional substances

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce.....	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Historie a současnost pěstování a konzumace brambor.....	11
3.2	Chemické složení brambor	12
3.2.1	Voda.....	12
3.2.2	Sacharidy	13
3.2.2.1	Škrob.....	13
3.2.2.2	Jednoduché cukry	13
3.2.2.3	Vláknina.....	14
3.2.3	Dusíkaté látky (hrubé bílkoviny)	14
3.2.3.1	Bílkoviny	15
3.2.3.2	Nebílkovinné dusíkaté látky	15
	Volné aminokyseliny	15
	Amidy (asparagin, glutamin)	15
	Ostatní dusíkaté látky.....	16
3.2.4	Tuk.....	16
3.2.5	Vitamíny	16
	Vitamin C.....	17
	Skupina vitaminu B	17
3.2.6	Organické kyseliny	18
3.2.7	Barviva.....	18
3.2.7.1	Chlorofyl.....	18
3.2.7.2	Karotenoidy	18
3.2.7.3	Flaviny	19
3.2.7.4	Flavonoidy	19
	Anthokyany.....	19
	Flavonoly, flavony	20

3.2.8	Minerální látky.....	20
3.2.9	Antioxidanty	21
3.2.9.1	Polyfenoly	22
3.2.9.2	Kyselina L-askorbová	22
3.2.9.3	Karotenoidy	22
3.2.9.4	α -lipoová kyselina, α -tokoferol, selen	23
3.2.10	Aromatické látky.....	23
3.2.11	Steroidní glykoalkaloidy a kalysteginy.....	23
3.3	Význam látek obsažených v bramborách z hlediska lidské výživy	24
3.3.1	Látky zdraví prospěšné v hlízách brambor	25
3.3.1.1	Sacharidy	25
	Škrob.....	25
	Jednoduché cukry	26
	Vláknina.....	26
3.3.1.2	Dusíkaté látky	27
3.3.1.3	Tuk.....	28
3.3.1.4	Vitaminy	29
	Vitamin C (kyselina askorbová)	29
	Vitaminy skupiny B	30
	Vitamin A	32
	Vitamin K	32
3.3.1.5	Minerální látky.....	32
3.3.1.6	Antioxidanty	35
	Polyfenolické sloučeniny	36
	Karotenoidy (karoteny, xantofyly)	37
	Selen.....	38
3.3.2	Látky rizikové pro lidské zdraví v hlízách brambor	38
3.3.2.1	Steroidní glykoalkaloidy a kalystegin.....	39
3.3.2.2	Akrylamid	40
3.3.2.3	Cizorodé látky.....	41
	Těžké kovy.....	41
	Dusičnany	42
	Rezidua pesticidů.....	44

3.4	Zhodnocení nutriční hodnoty brambor ve srovnání s jinými potravinami.....	45
3.4.1	Obiloviny	48
3.4.1.1	Vlastní diskuze v problematice porovnání brambor a obilovin.....	49
3.4.2	Luštěniny	50
3.4.2.1	Vlastní diskuze v problematice porovnání brambor a luštěnin.....	51
4	Závěr	53
5	Seznam literatury.....	54
6	Seznam obrázků a tabulek.....	59

1 Úvod

V českých zemích se brambory staly široce využívanou potravinou až od konce 18. století. V jejich domovině, Novém světě, původním obyvatelům v pěstování pomáhalo příhodné klima a za mnoho století už věděli, jak následně brambory upravovat ke konzumaci. Do Evropy se dostaly až mnohem později, ale trvalo ještě dlouhou řadu let, než v Evropě zdomácněly. Lidé dlouho nevěděli, co si s nimi počít, a tak je čekala dlouhá cesta od okrasných rostlin, přes krmivo pro zvířata až na panské stoly jako vybraná delikatesa na zpestření jídelníčku. Následně se lidé naučili bramborové hlízy pěstovat co možná nejefektivněji a staly se i natolik oblíbenou potravinou, že se zařadily mezi tenkrát oblíbené luštěniny a obiloviny. Luštěniny po čase dokonce zatlačily do pozadí a dnes patří spolu s obilovinami mezi nejkonzumovanější plodiny.

S postupem času se rozšířil i způsob jejich úpravy. Dnes lze kromě syrových neloupaných brambor zakoupit i různé polotovary a bramborové pochutiny. Brambory, ať už vařené ve slupce, či klasicky loupané a nakrájené, případně pečené v troubě, jsou z výživového hlediska skvělou potravinou. Naproti tomu hranolky, smažené krokety či tolik populární brambůrky, často konzumované u televize, lidskému zdraví nic pozitivního nepřinášejí. Naopak, mají vysokou kalorickou hodnotu a často obsahují i velké množství soli a dalších nevhodných přísad, takže je nelze doporučit ke konzumaci.

Správně upravené bramborové hlízy mají pozitivní vliv na lidské zdraví, vzhledem k tomu, že obsahují spoustu nutričně cenných látek. Mají výbornou sytící schopnost, zároveň nadbytečně nezatěžují trávení a obsahují i látky ceněné pro své schopnosti chránit buňky těla a dodávat organismu důležité živiny.

V poslední době se čím dál tím více lidí začíná zajímat o zdravý životní styl. Na výsluní se tak dostaly i nové nebo znovuobjevené potraviny, jako například bulgur, jáhly nebo pohanka. Nejsou však na místě obavy, že by klasické brambory ustoupily do pozadí a hrozilo riziko, že klesne jejich celková spotřeba (70 kg/osobu/rok). V České republice je to tradiční potravina a kromě klasického využití jako příloha se ve formě škrobu používají i jako součást jiných potravin.

2 Cíl práce

Vypracovat literární přehled o složení bramborových hlíz se zaměřením na hlavní nutričně významné látky, na jejich úlohu v lidské výživě a na faktory, které obsah těchto látek v bramborách ovlivňují.

3 Literární rešerše

3.1 Historie a současnost pěstování a konzumace brambor

Ačkoliv brambory jsou dnes v ČR na prvních příčkách, pokud jde o potraviny rostlinného původu, ne vždy tomu tak bylo. Dříve se nejvíce konzumovaly obilniny, luštěniny a zelenina - například mrkev nebo tuřín (Čepl, 2012). Brambory, pocházející z Nového světa, byly do Evropy přivezeny až ve druhé polovině 16. století. Jejich pole se v Americe rozprostírala na náhorních plošinách And od dnešního Peru a Bolívie až po střední Chile. Do českých zemí se dostaly v prvních desetiletích 17. století (Vokál et al., 2013). Zpočátku sloužily jako krmivo pro hospodářská zvířata a až v 18. století se dostaly na jídelníček lidí. Lidé je vzali na milost kvůli neúrodě obilí, následnému hladomoru a také jako potravinu pro vojáky. V první polovině 19. století se i díky osobnostem, jako byla M. D. Rettigová, brambory rozšířily v takové míře, že více se spotřebuje už jen pšeničné mouky (Čepl, 2012).

K velkým změnám došlo za posledních dvacet let. Změnila se skladba pěstovaných odrůd, brambory se přestaly používat ke krmným účelům a omezilo se jejich pěstování na škrob a líc (Čepl, 2012). I to se projevilo na poklesu pěstebních ploch a stagnaci produkce. Následkem je nižší konkurenceschopnost produkce a strach ze ztráty rentability. Vhodným řešením je využití možností specializovaných pěstitelů. Významný podíl (22 %) na českém trhu mají i menší pěstitelé brambor (Vokál et al., 2013).

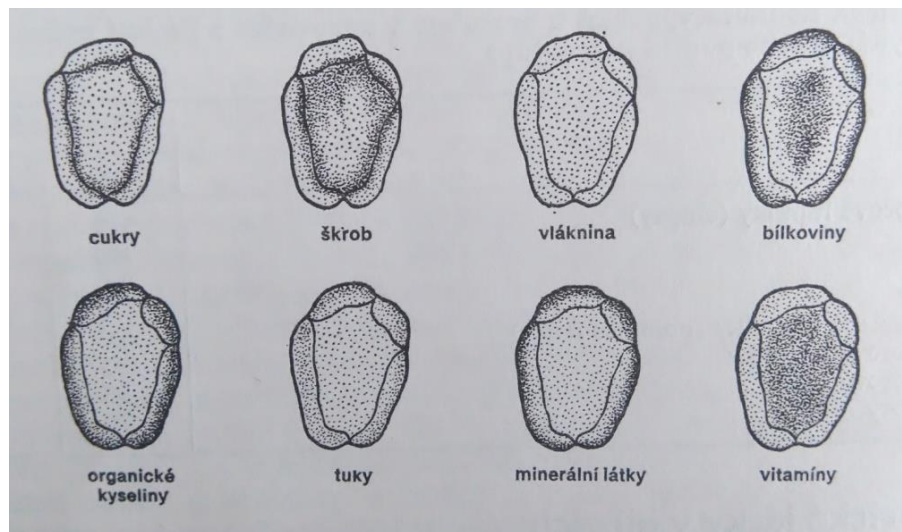
Oproti dřívějším dobám se liší i způsob prodeje. Dříve se brambory kupovaly na podzim ve velkém na uskladnění a hlízy nebyly nijak čištěné ani tříděné. Dnes jsou brambory k dostání po celý rok a prochází posklizňovou úpravou. V současné době se lze v Česku setkat zhruba se sto padesáti odrůdami, v hojně míře se jich ale pěstuje jen zhruba deset. Pro lepší orientaci zákazníků se člení konzumní hlízy na varné typy: salátové, přílohové nebo na výrobu kaší či knedlíků (Čepl, 2012). V poslední době navíc roste poptávka po bramborových polotovarech a potravinářských výrobcích z brambor na úkor brambor dodávaných pro spotřebitele ve slupce (Vokál et al., 2013).

Spotřeba brambor na jednoho obyvatele ČR kolísá v závislosti na ceně. V současnosti činí 70 kg, což odpovídá evropskému průměru (Čepl, 2012). Z produkce škrobu je navíc zhruba 50 % využito v potravinářských výrobcích, čímž spotřeba brambor na jednotlivce stoupá o 6–7 kg na obyvatele za rok. Tato celková spotřeba je v souladu s doporučením lékařů a vylučuje nutnost obav ze snížené konzumace této potraviny (Vokál et al., 2013).

3.2 Chemické složení brambor

Brambory mají pestré chemické složení a zastoupení jednotlivých látek se liší podle různých autorů. V následující kapitole se tedy bude jednat o srovnání údajů o složení bramborových hlíz z různých zdrojů, množství těchto látek, případně jejich rozložení v hlíze (obrázek 1).

Variabilita množství látek nezávisí jen na odrůdě, ale liší se i v rámci jedné odrůdy. Například záleží na velikosti jednotlivých hlíz nebo stupni jejich vyzrálosti (Míča, 1974).



Obrázek 1 Rozložení hlavních látek v hlíze (Míča, 1988)

3.2.1 Voda

Složení brambor lze rozdělit na dvě základní složky, vodu a sušinu. Jejich poměr se mění v závislosti na odrůdě, době sklizně, ale třeba i na způsobu a délce skladování (Čepl et Čížek, 2012). Pro nejvyšší možné množství sušiny je vhodná delší vegetační doba, ideální povětrnostní podmínky a správná agrotechnická opatření. Naopak nadbytečně vysoké dávky dusíku obsah sušiny snižují, avšak rozdíly jsou statisticky neprůkazné (Prugar et al., 2008).

Obecně lze říci, že voda tvoří zhruba 80 % a na sušinu pak připadá kolem 20 % (Čepl et Čížek, 2012). Prugar et al. (2008) tvrdí, že podíl vody se mění v závislosti na stupni vývoje a zralosti, odrůdě, podmínkách stanoviště, zvolené pěstitelské technologii a ročníkových poměrech. Míča (1974) připisuje vodě 75% podíl, stejně tak Kudrna et Střelka (1993) nebo Houba et al. (2007). Průměrnou hodnotu zmiňují i Rasocha (1994), který zastoupení vody uvádí jako 76,3 %, a Dostálek (2000) se 77,8 %.

Míča (1974) píše, že lze vodu v buňce hlízy rozdělit do několika kategorií. Autor popisuje takzvanou vodu volnou, hydratační a vázanou. Hydratační voda a voda vázaná jsou vázány například na bílkoviny nebo škrob. Nelze opomenout ani vodu hlízovou, která se nachází ve vakuolách a obsahuje ty látky ve vodě rozpuštěné, které nejsou vázány na buněčná tělíčka.

3.2.2 Sacharidy

Sacharidy tvoří největší část sušiny hlízy. Nejznámější je škrob, ale v hlízách lze v menší míře nalézt i cukry jednoduché a vlákninu.

3.2.2.1 Škrob

Zásobní polysacharid škrob tvoří rozhodující složku sušiny. Má pro hlízu zásadní význam, protože slouží jako zásobárna glukózy. U odrůd brambor určených k přímé spotřebě a na výrobky z brambor tvoří tento polysacharid 11–16 % z původní hmoty. Pro brambory určené k průmyslovému zpracování je minimální zastoupení škrobu 18 % v čerstvé hmotě (Čížek et al., 2009). Kudrna et Střelka (1993) připisují škrobu zastoupení 14–18 % v čerstvé hmotě a Rasocha (1994) uvádí hodnotu 17,5 %. Houba et al. (2007) udává jako nejspodnější hranici pro průmyslové brambory 17 % a právě podle obsahu škrobu a dalších látek tvořících sušinu jsou odrůdy brambor rozděleny do varných typů.

Bramborový škrob je tvořen dvěma základními složkami amylosem a amylopektinem, které jsou v hlíze obsaženy v poměru 1:4–1:5 (Houba et al., 2007). Amylose, která je ve vodě rozpustná, tvoří nerozvětvený řetězec molekul glukózy spojených vazbou α -1,4. Amylopektin je tvořen jednotkami amylose propojených mezi sebou vazbami α -1,6. Amylopektin v horké vodě mazovatí, rozpustný však není (Kudrna et Střelka, 1993). Stejně jako většina látek, ani škrob není homogenně rozmístěn v hlíze a nejvíce se jej nachází v oblasti centrálního kruhu cévních svazků (Čepl et Čížek, 2012).

3.2.2.2 Jednoduché cukry

Jednodušší cukry už se v hlízách běžně nacházejí v mnohem menších koncentracích. U vyzrálých hlíz je to ve shodě několika autorů (Rasocha, 1994; Houba et al., 2007; Čížek et al., 2009; Čepl et Čížek, 2012) kolem 0,5 %, ale může být i vyšší. Závisí to na fyziologickém stavu a na uskladnění hlíz (Houba et al., 2007; Čížek et al., 2009). Do této

skupiny jednodušších cukrů patří disacharid sacharóza a redukující cukry, monosacharidy glukóza a fruktóza (Čížek et al., 2009). Obecně lze hovořit o hodnotách 0,1–0,4 % sacharózy, 0,05–0,2 % glukózy a 0,1–0,4 % fruktózy (Rasocha, 1994).

V hlízách byly nalezeny i jiné cukry, například manóza, xylóza nebo rafinóza, jejichž vliv na kvalitu je však malý (Čížek et al., 2009).

3.2.2.3 Vlákna

Obecně se za vláknu považují látky podílející se na stavbě buněčných stěn a mezibuněčných prostor. Jako zástupce lze uvést, celulózu, hemicelulózy, pentózany a pektiny (Čížek et al., 2009). Obsah vlákniny se pohybuje kolem 2,5 % v sušině (Dostálek, 2000; Houba et al., 2007). Konkrétnější hodnoty naměřili Kudrna et Střelka (1993), 2,06–2,5 % sušiny a velmi přesnou hodnotu vlákniny v hlízách uvádějí i Míča (1974) a Rasocha (1994), kteří její zastoupení spočítali na 0,17–3,48 %.

Celulóza je tvořena glukózovými zbytky spojenými vazbou β -1,4. Právě způsob vazby je to, co ji odlišuje od amylozy, která je tvořena vazbami α -1,4. Z celkových polysacharidů mimo škrobu zaujímá celulóza 10–20 %. Pro hemicelulózy je charakteristickou složkou kyselina uronová. Tyto složky jsou spojeny s xylózou a dalšími pentózami a podíl hemicelulóz tvoří 1 % z celkového počtu polysacharidů. Pentózany jsou, jak už název napovídá, složeny z pentóz. Jedná se o kolísavé množství arabinózy, rhamnózy a galaktózy. V buněčné stěně parenchymu je lze najít v zastoupení 5,5 % a v suché slupce 8,5 % (Míča, 1988). Pektiny se dělí na rozpustné, které zaujímají 0,05–0,11 % čerstvé hmoty a nerozpustné v zastoupení 0,06–0,45 % na čerstvou hmotu. Více pektinových látek se nachází pod slupkou než ve vnitřní části dužniny (Míča, 1974).

3.2.3 Dusíkaté látky (hrubé bílkoviny)

Dusíkaté látky obsažené v bramborových hlízách představují jeden z nejvýznamnějších komplexů sloučenin. Vytvářejí jak nutriční, tak kalorickou hodnotu hlízy. Nejčastěji se uvádí střední hodnota obsahu hrubých bílkovin, která tvoří zhruba 2 % původní hmoty, což v přepočtu na sušinu vychází kolem 10 % (Kudrna et Střelka, 1993; Rasocha, 1994; Dostálek, 2000; Houba et al., 2007; Čížek et al., 2009; Čepl et Čížek, 2012). Kudrna et Střelka (1993) a Houba et al. (2007) zároveň upřesňují, že nejvíce těchto látek se shromažďuje pod slupkou a v korunkové části hlíz.

3.2.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny tvoří nejdůležitější podíl komplexu dusíkatých látek a jejich obsah kolísá mezi 34 až 70 % (Čížek et al., 2009). Většina autorů však uvádí střední hodnotu, 50 % zastoupení bílkovin ze všech dusíkatých látek (Míča, 1974; Kudrna et Střelka, 1993; Čepl et Čížek, 2012). Bramborová bílkovina se rozděluje na patatin, inhibitory proteas a ostatní (Houba et al., 2007). Storey (2007) uvádí obsah bílkovin v bramborách mezi 1,7–2,1 g na 100 g čerstvé hmoty.

Patatin je známější pod názvem tuberin, ačkoliv ve skutečnosti se jedná jen o jiný název pro hlízový globulin (Waglay et Karboune, 2016). Patatin se skládá ze dvou složek: albuminu, který je ve vodě rozpustný, a globulinu, který je rozpustný v roztoku kuchyňské soli. Tyto látky nejsou zastoupeny rovnoměrně, ale v poměru 3:7 (Kudrna et Střelka, 1993). Prugar et al. (2008) naproti tomu píše, že členění na albumin (tuberinin) a globulin (tuberin) je zastaralé a dnes už se bílkoviny dělí právě jen na výše zmíněné tři skupiny, a to podle molekulové hmotnosti. Waglay et Karboune (2016) však řadí tuberinin mezi inhibitory proteas a přiřazují mu 30–40% podíl na celkové hodnotě bramborových bílkovin.

Inhibitory proteas mají významné antinutriční účinky. Jsou to proteiny schopné, jak už název napovídá, inhibovat proteasy, neboli trávicí enzymy (Velíšek, 2002). Především se jedná o trypsin a chymotrypsin (Storey, 2007). Z toho důvodu je nutné hlízy důkladně tepelně opracovat (Prugar et al., 2008).

3.2.3.2 Nebílkovinné dusíkaté látky

Volné aminokyseliny

Kromě běžně se vyskytujících dvaceti aminokyselin byly v bramborových hlízách nalezeny i některé méně běžné, například β -alanin (Míča, 1988). Z volných aminokyselin mají nejvyšší zastoupení asparagin a glutamin (Kirkman, 2007). Za limitující aminokyseliny u brambor jsou označovány cystein, methionin, případně izoleucin (Hamouz et al., 2008). Obsah esenciálních aminokyselin tvoří zhruba 40 % všech aminokyselin (Kudrna et Střelka, 1993).

Amidy (asparagin, glutamin)

Amidy se tvoří vazbou toxického amoniaku na kyselinu glutamovou a asparagovou (Míča, 1974). V amidech se kumuluje přijatý dusík před dalším metabolismem, takže představují určitou rezervu. Stejnou funkci plní ještě aminokyselina arginin a jeho množství

se spolu s množstvím amidů zvyšuje při větších dávkách dusíku (Míča, 1988). Poměr jednotlivých amidů je závislý, stejně jako ostatní formy dusíku, na odrůdě, hnojení, průběhu vegetace a skladování (Míča, 1974).

Ostatní dusíkaté látky

V bramborových hlízách byly nalezeny bazické látky, jako například purinové deriváty adenin, guanin nebo xanthin, které mají vliv na chuť (Míča, 1988). Mimo to lze v hlízách najít i molekuly složené z bílkoviny a glycidu, například mukoproteidy, mukoidy a muciny (Míča, 1974).

3.2.4 Tuk

V hlízách tvoří tuky přibližně 0,1 % čerstvé hmoty (Míča, 1974; Rasocha, 1994; Dostálek, 2000; Houba et al., 2007; Čížek et al., 2009; Čepl et Čížek, 2012). Ramadan (2016) došel ke stejné hodnotě a navíc uvádí horní hranici obsahu tuku v hlízách jako 0,5 % a dodává, že většina lipidů je vázána na buněčné membrány.

Nejvíce tuků je obsaženo ve slupce a jejich podíl na nutriční hodnotě hlíz je velmi malý (Čížek et al., 2009). Takzvaný hrubý tuk se rozděluje do tří skupin: volné mastné kyseliny, neutrální tuk a fosfolipidy (Míča, 1988).

Složení mastných kyselin je však u všech tří skupin téměř shodné. Z počtu 46 mastných kyselin jich jen 7 překračuje zastoupení 1 % z celkového obsahu tuku a nejdůležitější jsou kyselina linolová (50 %), linolenová (20 %), palmitová (20 %) a stearová (5 %). Z celkového počtu mastných kyselin je 17 nasycených a 24 nenasycených a 5 sřetězených (Míča, 1988). V průběhu vegetace klesá procento nenasycených mastných kyselin, zatímco při skladování hlíz se toto číslo nemění (Míča, 1974).

Fosfolipidy jsou v sušině rostlin zastoupeny zhruba mezi 0,5–1,5 % (Prugar et al., 2008), což jen v rámci tuků vychází na 47 % (Ramadan, 2016).

3.2.5 Vitamíny

Vitamíny jsou poměrně rozsáhlá skupina látek. Jsou nejen pro člověka životně důležité a organismus si je nedokáže syntetizovat. Jako provitamíny se označují výchozí látky, ze kterých si tělo dokáže samo vytvořit vitamíny (Míča, 1974).

Vitamin A se v rostlinných produktech nachází ve formě provitaminu a teprve v organismu je přeměněn na vitamin. Stejně jako vitamin E je řazen mezi antioxidanty, a jsou proto zařazeny až do dalších kapitol. V bramborových hlízách se nachází vitaminů široké spektrum (tabulka 1) a například u vitaminu C lze hovořit o velmi významném množství ve výživě vzhledem ke zkonsumovanému množství brambor.

Tabulka 1 Obsah vybraných vitaminů v hlízách brambor (Čepl, 2005)

Vitamíny	Obsah v hlíze o hmotnosti 100g	Podíl z denní potřeby
L-askorbová kyselina	20 mg	33 %
B1 thiamin	0,1 mg	5 %
B2 riboflavin	0,03 mg	2 %
B3 niacin	1,1 mg	6 %
B5 kyselina pantotenová	0,3 mg	3 %
B6 pyridoxin	0,2 mg	9 %
B9 kyselina listová	18 µg	5 %
Vitamin K	2,9 µg	4 %

Vitamin C

V hlízách se množství vitaminu C pohybuje v hodnotách kolem 0,2 mg.g⁻¹ čerstvé hmoty (Ramadan, 2016). Čepl (2005) uvádí tuto hodnotu jako spodní hranici podílu, za maximální považuje dokonce 0,3 mg.g⁻¹ čerstvé hmoty.

Skupina vitaminu B

Takzvaný B-komplex obsahuje velkou řadu vitaminů. Řadí se mezi ně thiamin (B₁), riboflavin (B₂); niacin (B₃, PP, nikotinamid), kyselina pantothenová (B₅) deriváty pyridinu pyridoxal, pyridoxol a pyridoxamin (B₆), kyselina listová (B₉) a kobalamin (B₁₂). Vitaminy skupiny B se řadí mezi ve vodě rozpustné (Prugar et al., 2008). Obsah vitaminu B₁₂ je výsadou živočišných produktů, vyšší rostliny jej neprodukují (Archer et Tannenbaum, 1979).

Obsah vitaminu B₁ se v pokusech v letech 2009–2010 ukázal jako velmi variabilní a pohyboval se v hodnotách od 400 do 2300 ng.g⁻¹ čerstvé hmoty. Pokusy tak poukázaly na nutnost dalších testů v polních podmínkách, které by objasnily podmínky produkce jednotlivých látek v hlízách (Navarre et al., 2016). Množství vitaminu B₆ se pohybuje v hodnotách kolem 2,5 µg.g⁻¹ čerstvé hmoty (Ramadan, 2016).

3.2.6 Organické kyseliny

Nejvýznamnější je kyselina citronová, jejíž obsah v hlíze se pohybuje do 1 % čerstvé hmoty a má roli i v metabolismu hlízy (Rasocha, 1994). Ve stejné koncentraci lze v hlízách nalézt i kyselinu jablečnou. Při odbourávání cukrů vzniká kyselina pyrohroznová a z ní následně i kyselina octová. Obě jsou dále užitečné v metabolismu aminokyselin, mastných kyselin a karotenoidů. Organické kyseliny mají puřovací účinek a ovlivňují pH buněčné šťávy, které se pohybuje v rozpětí 5,6–6,2 (Míča, 1974).

3.2.7 Barviva

Právě barva slupky a dužniny je to, co na první pohled odlišuje od sebe jednotlivé odrůdy. Červené nebo modré zabarvení slupky je způsobeno barvivy rozpuštěnými v buněčné šťávě peridermu nebo periferních částí vrstvy korové. Důležitý je fakt, že během vegetace se poměr jednotlivých barviv mění (Míča, 1974).

3.2.7.1 Chlorofyl

Chlorofyly jsou skupina zelených barviv nacházejících se běžně v pletivech zajišťujících fotosyntézu. V živých buňkách je lze nalézt v chloroplastech (Velíšek et al., 2002). Chlorofyl významně ovlivňuje kvalitu hlíz (Míča, 1988). Bramborové hlízy zelenají, pokud jsou vystaveny světlu a zelenání souvisí s nárůstem množství glykoalkaloidů (Storey, 2007). Ani po uskladnění na tmavém místě po dobu jednoho měsíce nebylo prokázáno odbourání významného množství chlorofylu (Van der Plas, 1987).

3.2.7.2 Karotenoidy

Karotenoidy jsou žlutá až oranžová barviva a výjimečně mohou dosahovat žlutozeleného nebo červeného odstínu. Jsou lokalizovány v chloroplastech v asociaci s chlorofyly a je jich známo na 700. Z toho 50 má aktivitu vitamínu A, čímž si vysloužily označení retinoidy. Karotenoidy se rozdělují na dvě hlavní skupiny, karoteny a xanthofyly (kyslíkaté deriváty odvozené od karotenů). Mezi karoteny patří známý β -karoten, prekuzor retinolu (vitamin A), čímž se řadí mezi retinoidy. Z xanthofylů lze uvést jako známé zástupce například lutein, zeaxanthin nebo violaxanthin (Velíšek et al., 2002).

Obsah β -karotenu je v bramborových hlízách sice relativně nízký, přesto mají karoteny významný antioxidační efekt. Další karotenoidy v dužnině – lutein, zeaxanthin

a violaxanthin – sice nejsou zdrojem provitaminu A, ale dnes už jsou uznávány i jejich antioxidační vlastnosti (Hamouz et al., 2008). Velíšek et al. (2002) dodává, že lutein a zeaxanthin jsou v boji s volnými radikály o polovinu méně účinné, než β -karoten.

3.2.7.3 Flaviny

Flaviny se řadí mezi takzvaná dusíkatá barviva. Nejznámějším zástupcem je riboflavin, neboli vitamin B₂ (Velíšek et al., 2002).

3.2.7.4 Flavonoidy

Flavonoidy tvoří velice rozsáhlou skupinu rostlinných fenolů. Rozlišuje se sedm skupin flavonoidů: katechiny (flavan-3-oly), leukoanthokyanidiny, flavanony, flavanonoly, flavony, flavonoly a anthokyanidiny. Některé flavonoidy jsou nositeli hořké a trpké chuti, jiné patří mezi barviva nebo mají významné biologické účinky (Velíšek et al., 2002). Jejich množství závisí na odrůdě, stanovišti, ale i podmínkách během vegetace. Na základě výzkumů bylo zjištěno, že více flavonoidů vzniká při vyšší intenzitě slunečního záření. To vysvětluje, proč se jich nejvíce vyskytuje ve slupkách (Prugar et al., 2008).

Anthokyany

Anthokyany jsou odvozeny od anthokyanidinů (glykosidy různých aglykonů). Jejich barevná škála sahá od oranžové přes červenou a fialovou až po modrou barvu (obrázek 2). Nejznámější jsou pelargonidin, petunidin, kyanidin, peonidin, malvidin a delphinidin (Velíšek et al., 2002).



Obrázek 2 Kaše z hlíz se zbarvenou dužninou

Nejvyšší antioxidační kapacitu mají odrůdy s modrofialovou nebo červenou dužninou. U odrůd s fialovou dužninou platí, že čím tmavší, tím větší mají antioxidační účinky. Stojí za tím vyšší obsah i vzájemný poměr anthokyanů. Petunidin má vyšší antioxidační kapacitu než malvidin, peonidin a pelargonidin (Hamouz et al., 2008).

U červeně zbarvených odrůd lze nalézt v peridermu barviva odvozená od pelargonidinu a peonidinu (Lachman et al., 2000). Naopak u hlíz modrých se lze setkat především s petunidinem a malvidinem. Celkový obsah antokyanů byl stanoven v hodnotách 69–350 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty u brambor s červenou dužninou, u hlíz modře zbarvených to bylo 55–171 mg.kg⁻¹ (Lachman et al., 2005).

Flavonoly, flavony

Flavonoly patří mezi významná žlutá barviva. Jako známé zástupce lze jmenovat například kvercetin, myricetin a kemferol (Velíšek et al., 2002). Kvercetin tlumí rozvoj virových infekcí a brzdí množení tuberkulózních bakterií. Jeho účinky se nesnižují ani tepelnou úpravou ani zmrazováním (Kopec, 2010).

Flavony spolu s flavonoly patří k nejrozšířenějším žlutým rostlinným pigmentům. Nejznámějšími zástupci jsou apigenin a luteolin (Velíšek et al., 2002). Snižují obsah nežádoucího cholesterolu v krevním séru i riziko nádorů. Pomáhají zmírňovat obtíže v menopauze (Kopec, 2010).

3.2.8 Minerální látky

Průměrný obsah minerálních látek v bramborových hlízách činí 1,1 % (Rasocha, 1994; Čížek et al., 2009; Čepl et Čížek, 2012). Nejvýznamnější podíl tvoří draslík, kterého se v sušině nachází 1,7 až 2 %. Celkově představuje zhruba polovinu všech minerálních látek (tabulka 2). Jako další minerální látky lze v hlízách najít fosfor, hořčík, vápník, síru, sodík, železo, mangan, zinek, měď a selen (Čížek et al., 2009).

Tabulka 2 Obsah vybraných minerálních látek v bramborových hlízách (Čepl, 2005)

Prvek	Obsah v hlíze v mg na 100 g	Podíl z denní potřeby
Draslík	450	15 %
Fosfor	78	6 %
Hořčík	22	5 %
Vápník	10	1 %
Sodík	2	2 %
Železo	0,5	4 %
Selen	0,5	1 %
Zinek	0,5	2 %
Měď	0,1	7 %
Mangan	0,1	7 %

Ramadan (2016) uvádí množství na jeden gram čerstvých hlíz, kde draslík je zastoupen 5,64 mg, fosfor 0,3–0,6 mg a vápník 0,06–0,18 mg. Navarre et al. (2016) považuje za hlavní minerály brambor draslík, fosfor, vápník a hořčík. Co se týče pokrytí denní potřeby, vápník a zinek zaujímají 2 %, železo, fosfor a hořčík 6 % a draslík dokonce 18 %.

Veškerý fosfor, který hlíza obsahuje, je uložen v amylopektinu. Je zde ve formě vázané kyseliny fosforečné a spolu s enzymem fosforylázou má vliv na hydrolyzu škrobu na jednoduché cukry a v jeho resyntézu při skladování bramborových hlíz (Kudrna et Střelka, 1993).

3.2.9 Antioxidanty

Tyto látky mohou být rozděleny podle své chemické struktury na polyfenoly, kam patří flavonoidy, anthokyany, fenolkarboxylové kyseliny a kumariny. Další skupinu tvoří karotenoidy se svými zástupci karoteny (prekusory vitamínu A) a xantofyly. Třetí kategorií jsou tokoferoly (vitamin E). Mezi antioxidanty patří i velmi známý vitamin C, neboli kyselina L-askorbová, a selen. U brambor jsou nejrozšířenějšími antioxidanty polyfenoly, kyselina L-askorbová, karotenoidy, tokoferoly, α -lipoová kyselina a selen (Lachman et al., 2005).

Antioxidanty lze dělit i dle rozpustnosti ve vodě nebo v tucích. Ve vodě jsou rozpustné látky polyfenolické (fenolické kyseliny odvozené od skořicové kyseliny, tyrozin a flavonoidy) a kyselina askorbová, mezi látky lipofilní se řadí karotenoidy, tokoferoly a α -lipoová kyselina (Lachman et al., 2000).

Obsah antioxidantů bývá u odrůd s fialovou či červenou dužninou 3x vyšší než u klasických odrůd žlutých či bílých. Například odrůda Valfi, která má modrofialovou slupku

a modrostrakatou dužninou, měla v průměru $6,42 \text{ g.kg}^{-1}$ polyfenolů, zatímco osm sledovaných žlutých odrůd jen $2,54\text{--}4,32 \text{ g.kg}^{-1}$ (Hamouz et al., 2008).

3.2.9.1 Polyfenoly

Tyto sekundární metabolity mají pro rostlinu zásadní význam. Slouží jako obrana před hmyzími škůdci, ale i bakteriemi, viry a plísněmi (Lachman et al., 2001). Podle Lachmana et al. (2005) obsahují brambory $1226\text{--}4405 \text{ mg.kg}^{-1}$ polyfenolů, a tím se z hlediska obsahu antioxidantů v bramborových hlízách dostávají na první místo.

L-tyrosinu mohou bramborové hlízy obsahovat $770\text{--}3900 \text{ mg.kg}^{-1}$. Skořicové fenolické kyseliny mají poměrně významné zastoupení (chlorogenová $22\text{--}71 \text{ mg.kg}^{-1}$, ferulová až 28 mg.kg^{-1} a kávová může dokonce dosahovat hodnot až 280 mg.kg^{-1}) (Lachman et al., 2000).

Dle Ševčíka et al. (2009) kyselina chlorogenová zaujímá v bramborách z polyfenolů dominantní postavení. Jsou zde velké rozdíly i mezi odrůdami. U brambor se žlutou dužninou se jedná o hodnoty $1\text{--}10 \text{ mg}$ na 100 g hmoty, u odrůd s dužninou červenou je to již $17\text{--}20 \text{ mg}$ na 100 g a u odrůd s fialovou dužninou dokonce $16\text{--}64 \text{ mg}$ na 100 g brambor. Nejedná se však jen o kyselinu chlorogenovou, ale obecně platí fakt, že u brambor bílých a žlutých je obsah fenolů o 40% nižší než u odrůd s dužninou červenou nebo fialovou. Je to dáno tím, že u žlutých a bílých odrůd chybí anthokyaniny.

Z fenolových látek jsou zde dále zastoupeny barevné fenolové sloučeniny jako flavonoidy anthokyanidiny, flavony a flavonoly nebo třeba kyselina p-kumarová, umbeliferin, eskuletin, eskulin, scopolin nebo vanilin, případně katechin. Mnohé fenoly nebo jejich oxidační produkty mají charakter tříslovin. S postupným zráním hlíz obsah fenolových látek klesá (Míča, 1974).

3.2.9.2 Kyselina L-askorbová

Druhé místo z hlediska obsahu přiřazuje Lachman et al. (2005) kyselině L-askorbové se $170\text{--}990 \text{ mg.kg}^{-1}$. V hlízách je hlavním přírodním inhibitorem enzymového hnědnutí, redukuje primární produkty oxidace a sama je oxidována na kyselinu dehydroaskorbovou.

3.2.9.3 Karotenoidy

Ostatní antioxidanty už jsou v hlízách zastoupeny v mnohem menší míře. U karotenoidů jsou to maximálně 4 mg.kg^{-1} . Nejvíce zastoupeny jsou β -karoten, zeaxanthin a lutein (Lachman et al., 2005). Další literatura (Lachman et al., 2000) uvádí dokonce

maximální hodnotu až 4,5 mg.kg⁻¹. Největší zastoupení připadá β-karotenu. Na základě pokusů byl stanoven obsah karotenoidů ve 35 českých odrůdách brambor a pohyboval se v rozmezí 0,16–6,36 mg.kg⁻¹ s průměrnou hodnotou 1,94 mg.kg⁻¹. Naproti tomu Hamouz et al. (2016) uvádí jako hlavní bramborové antioxidanty xantofyly a β-karotenu dává pouze malé zastoupení.

V letech 2012–2013 byly provedeny pokusy, kdy byl zkoumán obsah karotenoidů u odrůd se žlutou, červenou a fialovou dužninou. Obsahy karotenoidů se pohybovaly u sušiny mezi 1,1–12,2 mg.kg⁻¹ (Hamouz et al., 2016).

3.2.9.4 α-lipoová kyselina, α-tokoferol, selen

α-lipoová kyselina je známá jako růstový faktor brambor. Uvnitř buněk se redukuje, čímž likviduje superoxidové, hydroperoxylové a hydroxylové radikály. Antioxidant a vitamin E tokoferol je v hlízách zastoupen v množství 0,5–2,8 mg.kg⁻¹. Selen zaujímá množství poměrně malé, konkrétně 0,01 mg.kg⁻¹ (Lachman et al., 2005). Jůzl et al. (2006) uvádí konkrétnější a nižší hodnotu 0,012 – 0,086 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty. Kromě antioxidantní aktivity má vliv i na metabolismus mnoha chemikálií včetně léků (Hamouz et al., 2008).

3.2.10 Aromatické látky

V hlízách syrových se nachází jiné aromatické látky než v hlízách po tepelné úpravě. Z toho plyne, že aromatické látky po tepelné úpravě vznikají z prekuzorů. Aromatické sloučeniny jsou různého druhu, nejčastěji se však jedná o alkoholy, například metanol, etanol nebo těkavé karbonylové sloučeniny jako acetaldehyd, n-propanal, n-heptanal, aceton a acrolein. V hlízách, které prošly tepelnou úpravou, jsou to hlavně aldehydy a ketony (Míča, 1974).

3.2.11 Steroidní glykoalkaloidy a kalysteginy

Toxické hořké glykoalkaloidy se vyskytují téměř ve všech tkáních a jedná se hlavně o α-chaconin a α-solanin (Čížek et al., 2009). Glykoalkaloidy jsou sekundární metabolity sloužící k ochraně rostlin před patogeny a škůdci (Navarre et al., 2016). Solanin a chaconin tvoří až 95 % ze všech glykoalkaloidů (Hamouz et al., 2008). Nejvýznamnější množství lze nalézt v bobulích, zatímco hlízy obsahují těchto toxických látek jen nepatrné množství

(Houba et al., 2007). Glykoalkaloidy jsou v hlíze rozloženy nerovnoměrně a 30–40 % se jich nachází ve slupce, v okolí oček a po naklíčení především v klíčcích (Zrůst et al., 2000).

Běžná hladina steroidních glykoalkaloidů je nízká a pro lidské zdraví neškodná, ale vliv mají rozdílné podmínky růstu, mechanické poškození hlíz nebo rozdílná fyziologická zralost v době sklizně a další (Hamouz et al., 2008). Pokud jsou hlízy poraněny nebo vystaveny světlu, produkce glykoalkaloidů roste až o 400 %. Solanin a chaconin se vyskytují zhruba ve stejné míře. Více solaninu obsahují drobné hlízy, ale ani tak jeho množství obvykle nepřekračuje 200 mg.kg^{-1} (Velíšek et al., 2002). Shodnou hodnotu udává i Navarre et al. (2016). Vyšší koncentrace glykoalkaloidů jsou rozeznatelné podle chuti, protože už při více než 140 mg.kg^{-1} vykazují hořkou chuť a nad 220 mg.kg^{-1} dokonce palčivou. Obsah glykoalkaloidů klesá směrem do středu hlízy (Velíšek et al., 2002).

Kromě dvou výše zmíněných glykoalkaloidů lze v hlízách najít i alkaloidy kalysteginy, které se také přirozeně vyskytují v celé čeledi *Solanaceae*. Z chemického hlediska se jedná o alkaloidy se třemi až pěti hydroxylovými skupinami v různých pozicích (Hamouz et al., 2008). Kalysteginy mají zřejmě toxické účinky, avšak dosud nebyl jejich účinek objasněn. U jiných druhů rostlin nastaly intoxikace projevující se například jako střevní fibróza nebo ztráta hmotnosti u koní, ale přímý důkaz chybí. Nejvyšší množství kalysteginů se nachází v mladých tkáních. Například v klíčcích brambor byly nalezeny více než 3 mg.g^{-1} čisté hmotnosti (Zrůst, 2005).

3.3 Význam látek obsažených v bramborách z hlediska lidské výživy

Brambory jsou velmi ceněné ve výživě člověka pro obsah nutričně významných látek a zároveň jsou vzhledem k ceně dobře dostupné (Čepl et Čížek, 2012). Plní tři hlavní funkce: objemovou, sytící a ochrannou. Objemová znamená, že zajišťují dostatečný objem stravy pro zátěž trávicího ústrojí. Sytící funkce předpovídá vhodný obsah energeticky hodnotných složek a ochranná poukazuje na přítomnost vitaminů, minerálů a dalších bioaktivních pozitivně působících látek (Vokál et al., 2013).

Jak již bylo zmíněno v dřívějších kapitolách, v závislosti na odrůdě, termínu sklizně i způsobu a délce skladování obsahují brambory přibližně 20 % sušiny a 80 % vody. Sušina je zastoupena z 11–18 % sacharidy, ze 2 % dusíkatými látkami a 0,1 % tvoří tuk (Čepl et Čížek, 2012). Po dlouhá léta byly brambory vnímány především jako zdroj škrobu, dnes se však pozornost zaměřuje i na další nutričně významné látky (Bárta et Bártová, 2007).

Jakost bramborových hlíz i výrobků z nich ovlivňuje obsah řady látek. Některé jsou zdraví prospěšné, jiné mají naopak negativní vliv na zdraví, jako jsou například rezidua pesticidů, dusičnany a stopová množství těžkých kovů (Čepl et Čížek, 2012).

3.3.1 Látky zdraví prospěšné v hlízách brambor

Brambory patří mezi základní polní plodiny, které jsou schopny vytvořit velké množství organických látek důležitých nejen pro lidskou výživu. Vysoká nutriční hodnota bramborových hlíz je dána zejména příznivým poměrem a vysokým obsahem látek s pozitivními účinky na zdraví. Hlízy jsou bohaté především na sacharidy, ale obsahují i řadu vitaminů (především C, B₁ a B₂) a antioxidantů, na které je v současné době zaměřena velká pozornost (Jůzl et al., 2006).

3.3.1.1 Sacharidy

Sacharidy jsou pro lidské tělo hlavním zdrojem energie. Jsou nezbytné pro funkci mozku i svalů. Dělí se na tři základní skupiny: škrob, jednoduché cukry a vlákninu. Jednoduché cukry jsou rychle vstřebány a využity jako zdroj energie. Škrob je oproti nim vstřebatelný pomaleji. V těle je nejprve nutno jej rozložit, čímž vyvolá delší pocit sytosti. Vláknina má nezpochybnitelné zdravotní účinky. Působí preventivně proti srdečním chorobám, diabetu nebo třeba rakovině (Menza et Probart, 2013).

Škrob

Škrob z brambor je stravitelný, vzhledem ke své struktuře, až po tepelné úpravě (Houba et al., 2007). Pokud jsou uvažovány hlízy s obsahem škrobu 15 %, při optimální denní dávce 300 g kryje škrob z 11,4 % energetickou potřebu organismu (Míča, 1988).

Obsah škrobu se v bramborách v průběhu vegetace zvyšuje v závislosti na podmínkách růstu a optimálního množství dosahuje v době fyziologické zralosti hlíz (Míča, 1988). Nejmenších hodnot dosahuje škrob u velmi raných a raných odrůd (Rasocha, 1994). Vliv na jeho obsah v hlízách má i například předčasné ničení nati, kdy se vzhledem ke snížení asimilační plochy sníží i množství tohoto polysacharidu (Houba et al., 2007). Na základě pokusu Bárty et al. (2000) nemá větší dávka dusíkatého hnojení jednoznačný vliv na snižování obsahu škrobu v sušině bramborových hlíz. Naopak dle Kasala (2015) vyšší dávky dusíku snižují podíl sušiny, a tím i škrobu v hlízách. Prugar et al. (2008) zjistil,

že na produkci škrobu má zhruba z 66 % vliv odrůda. Důležité jsou i povětrnostní vlivy a vyrovnané hnojení.

Také byl hodně studován vliv skladování na obsah sacharidů v bramborách. Pokud jsou bramborové hlízy během uskladnění vystaveny nízkým teplotám (pod 8–10 °C), dochází k přeměně škrobu na jednoduché cukry a tím brambory sládnou. Tento proces je však reverzibilní a stačí umístit hlízy do prostředí s vyšší teplotou (Van der Plas, 1987).

Jednoduché cukry

U konzumních brambor se podílejí cukry na zjemnění chuti kuchyňsky upravených hlíz. Při teplotách 10–20 °C je obsah cukrů minimální a s klesající teplotou roste. Při 0 °C už brambory dostávají nasládlou chuť (Čížek et al., 2009). Obsah cukrů se při této teplotě může dostat až na 7 % (Houba et al., 2007). Obsah redukujících cukrů je vyšší u hlíz nevyzrálých a při vyšším hnojení dusíkem. Vliv má i odrůda a průběh počasí (Prugar et al., 2008).

Byly provedeny pokusy, kdy byl sledován obsah redukujících cukrů v různých půdně – klimatických podmínkách, vliv ekologického způsobu pěstování brambor, ročníku a rozdílů mezi odrůdami. Následně byly po sklizni hlízy skladovány při teplotě 5 °C po dobu 12 týdnů. Následně byly analyzovány hodnoty glukózy a fruktózy. Ukázalo se, že vyšší obsah redukujících cukrů mají hlízy pěstované ve vyšších polohách, což souvisí s horší vyzrálostí v době sklizně. Významný vliv na akumulaci redukujících cukrů měla i odrůda. Nejvyšší vliv však měl ročník. V období s nižší průměrnou teplotou a vyššími srážkami byl i obsah redukujících cukrů vyšší v porovnání k suchým a teplým měsícům. Hlízy pěstované ekologickým způsobem vykazovaly trend nižšího obsahu redukujících cukrů, než brambory pocházející z konvenčního zemědělství (Hamouz et al., 2000).

Vláknina

Celulóza, hemicelulózy, pentozany a pektiny zajišťují dobré rozdělení potravy v žaludku a střevech, podporují peristaltiku střev a pomáhají k promísení tráveniny (Míča, 1988).

Podle chování ve vodě se vláknina dá dělit na rozpustnou a nerozpustnou. Rozpustná vláknina (pektiny, část hemicelulos) reguluje hladinu cukru v krvi a snižuje cholesterol (Prugar et al., 2008). Jinak se jí říká také nebiotická a je tvořena, pro lidské tělo neštěpitelnými, oligo a polysacharidy. Díky této frakci vlákniny roste žádoucí střevní mikroflóra a naopak je potlačena nežádoucí (Nováková, 2010).

Vláknina nerozpustná, jinak také hrubá, vyniká schopností čistit střeva jak mechanicky, tak chemicky. Váže na sebe velké množství vody a s ním i toxické látky a cholesterol. Mechanická funkce spočívá v čištění střeva od usazených nečistot a urychlování vyprazdňování. Je tak prevencí rakoviny tlustého střeva a konečníku a zmírňuje obtíže s hemoroidy (Nováková, 2010).

Důležitý je také rezistentní škrob, jehož obsah je v uvařených hlízách mezi 1 až 3 % a odhad denního příjmu na osobu činí 3 až 6 g. Vzhledem k neschopnosti amyláz jej štěpit se dostává do tlustého střeva a zde představuje substrát pro látkovou výměnu bakterií a podporuje tvorbu butirátů, čímž pomáhá prostřednictvím výměny střevních buněk k rychlejšímu odumírání buněk nádorových. Zároveň zkracuje dobu průchodu tráveniny zaživačím traktem, zředuje obsah kolonií a brzdí nádorové změny především v oblasti konečníku (Vokál et al., 2003).

Čím větší je podíl amylosy ve škrobu, tím je méně stravitelný. Rezistentní škrob má příznivý účinek i na hladinu glykemie. Syrové brambory obsahují RS2 škrob, který je hůře stravitelný než škrob obilný. Bylo prokázáno, že přidáním tohoto druhu škrobu do krmiva potkanů došlo u sledovaných zvířat k pozitivním reakcím organismu. Snížila se hladina triglyceridů i cholesterolu v krvi. Naopak vařením hlíz se stravitelnost zvyšuje. RS3 škrob vzniká procesem retrogradace, tedy uvařením brambor a jejich následným zchlazením a vyskytuje se například v bramborovém salátu (Navarre et al., 2016).

3.3.1.2 Dusíkaté látky

Proteiny poskytují tělu aminokyseliny pro základní tělesné funkce. Mají význam jak stavební (svaly, kosti, orgány, pokožka, vlasy a další), ale i transportní (například krev). Jsou nezbytné pro obnovu buněk i imunitní systém. Potřeba příjmu bílkovin se zvyšuje v těhotenství, dětství nebo dospívání. V případě nutnosti mohou proteiny sloužit i jak zdroj energie (Menza et Probart, 2013).

Bílkovina brambor patří z nutričního hlediska mezi nejkvalitnější bílkoviny rostlinného původu. Skladba aminokyselin je velmi příznivá a hodnoty indexu esenciálních aminokyselin dosahují 83 % vaječného standardu (Čížek et al., 2009). Po sójových produktech tak zauímají druhé místo mezi bílkovinami rostlinného původu (Houba et al., 2007).

Ačkoliv z celosvětového hlediska jsou kvalitou bílkoviny luskovin na prvním místě, v České republice jsou to právě brambory, ze kterých lidé přijímají nejvíce rostlinných bílkovin (Bárta et Bártová, 2007). Bramborové hlízy obsahují přibližně 20 g proteinů

na kilogram čerstvé hmoty. Na rozdíl od jiných rostlinných proteinů hlízy obsahují vysoké množství esenciálních aminokyselin jako je lyzin nebo sírné aminokyseliny methionin a cystein. Ve prospěch bílkovin z brambor hovoří i fakt, že ve srovnání s jinými bílkovinami jsou málo alergenní. Například na lepek, proteiny vajec, ryb, sóji nebo ořechů reagují negativně 1–2 % populace. Studie ukázaly, že zatímco u dětí se projevuje alergie na kravské mléko v 9 % případů a u vajec dokonce v 15 %, u brambor to bylo jen 5 %. Navíc toto číslo se ještě snižuje tepelnou úpravou (Waglay et Karboune, 2016).

Jak již bylo zmíněno, nejvíce dusíkatých látek se nachází pod slupkou. Při loupání, máčení oloupaných hlíz ve vodě a nadbytečně dlouhém tepelném opracování tak snadno dochází ke ztrátám těchto látek (Houba et al., 2007).

Kromě odrůdy závisí obsah dusíkatých látek i na dávkách dusíkatého hnojiva. S jeho vyšší dávkou sice stoupá celkový obsah dusíku, ale dochází především ke zvýšení nízkomolekulární složky, tedy volných aminokyselin a amidů, což vede ke snížení kvality hlíz (Míča, 1988). Naproti tomu Bárta et al. (2000) na základě svých pokusů potvrzuje přímo růst obsahu bílkovin po vyšších dávkách dusíkatých hnojiv. Ovšem míra tohoto růstu závisí i na genetickém potenciálu jednotlivých odrůd k tvorbě bílkovin, a také při velkém výnosu hlíz dochází k takzvanému zřed'ovacímu efektu, kdy obsah bílkovin klesá (Kasal, 2015).

Dusík se také podílí na celkovém výnosu a významně ovlivňuje kvalitu úrody, jelikož patří mezi nejdůležitější živiny. Neplatí však, že čím více dusíku v hnojivech se dodá, tím bude výnos vyšší. Při velmi vysokých dávkách dusíku naopak výnos klesá. Na základě pokusů bylo největšího výnosu dosaženo při lokální aplikaci hnojiv oproti plošné (Kasal, 2015).

Syntéza bílkovin probíhá v nejranějších stádiích tvorby hlíz bramboru a složení aminokyselin je jen minimálně ovlivněno odrůdou a minerálním hnojením. Zároveň hnojení a vegetační podmínky nemají na všechny aminokyseliny stejný vliv (Míča, 1974).

Rané odrůdy obsahují víc dusíkatých látek, ale méně samotných bílkovin. Více dusíkatých látek mají malé hlízy (Prugar et al., 2008).

3.3.1.3 Tuk

Ze všech složek potravy má tuk nejvyšší energetickou hodnotu. Navíc je nejpomaleji stravitelný, čímž poskytuje dlouhodobější pocit sytosti. Jsou v něm rozpustné vitamíny A, D, E a K, je nositelem chuti a vůně. Tuk také tvoří velkou část mozku a nervového systému, což je další důvod, proč je jeho příjem ve stravě nezbytný (Menza et Probart, 2013).

Vzhledem k chemickému složení je tuk bramborových hlíz nestabilní vůči působení

kyselin a jeho stabilita odpovídá zhruba olivovému oleji. Obsah jednotlivých frakcí se mění během skladování, a proto je lepší na sušené výrobky zpracovávat brambory čerstvé. Přes malé množství je tuk v hlízách kvalitní (Míča, 1988).

3.3.1.4 Vitaminy

Vitaminy slouží v organismu jako katalyzátory biochemických reakcí a jsou součástí metabolismu bílkovin, tuků i sacharidů. Jejich nedostatek se projevuje hypovitaminózou až avitaminózou. Naopak existuje riziko hypervitaminózy při jejich nadbytku (Prugar et al., 2008).

Vitaminy lze rozdělit do dvou skupin podle rozpustnosti ve vodě a v tucích. V tucích se rozpouští vitaminy A, D, E a K. Do skupiny ve vodě rozpustných se řadí vitaminy skupiny B a vitamin C. Rozpustnost v tucích přináší tu výhodu, že se vitaminy mohou ukládat v těle a lze si tak vytvořit zásoby. S tím se však pojí i negativum, že se lze těmito vitaminy předávkovat, především A a D. V dnešní době se překvapivě vyskytují ve vyspělých zemích hypovitaminózy z důvodu časté konzumace průmyslově zpracovaných potravin, které během technologického procesu ztratily řadu cenných látek. Další ztráty vitaminů vznikají kvůli nešetrné domácí přípravě pokrmů, případně při dlouhodobém skladování (Kunová, 2011).

Zástupci vitaminů rozpustných ve vodě jsou obzvlášť náchylní na úpravu. Mohou být snadno vyluhováni nebo jinak znehodnoceni (Míča, 1988). Význam ztráty vitaminů tepelnou úpravou závisí na zastoupení konkrétní potraviny v rámci celkové stravy. Například v zemích, kde se daná potravina příliš nekonzumuje, nejsou ztráty vitaminů z ní tak podstatné, ale v oblastech, kde je určitá složka ve stravě poměrně hojně zastoupena (a tím je příjem vitaminů z ní značný), je nutno brát všechny ztráty vlivem úpravy v potaz (World Health Organization, 1994).

Vitamin C (kyselina askorbová)

Brambory přispěly v 18. a 19. století k výraznému omezení výskytu kurdějí, protože při jejich pravidelné konzumaci dochází k vytvoření denní prahové antiskorbutické dávky, která činí asi 25–30 mg kyseliny askorbové (Míča, 1988). Teoreticky může obsah vitaminu C v bramborách dosáhnout až 40 % denní spotřeby (Houba et al., 2007). Míča (1988) uvádí, že lze při správné úpravě a příjmu 300 g brambor denně pokrýt potřebu vitaminu C až z 50 %.

Během skladování se obsah vitaminu C snižuje až na 1/3 a vliv má i tepelné opracování (tabulka 3). Při množství zkonzumovaných brambor se ale i přesto jedná o významné procento (Houba et al., 2007). Lachman et al. (2000) uvádí, že v uvařených

hlízách zůstává průměrně 130 mg.kg⁻¹ kyseliny askorbové a při pečení v mikrovlnné troubě dokonce 151 mg.kg⁻¹, což znamená, že množství v hlízách je významné dokonce i po tepelné úpravě.

Obsah kyseliny L-askorbové je ovlivněn řadou vnějších i vnitřních faktorů, jako jsou odrůda, způsob pěstování, rok, stupeň zralosti hlíz nebo skladovací podmínky. Při skladování po dobu 40 týdnů při teplotách 3 °C a 9 °C se obsah kyseliny při obou teplotách snižoval. Z testů vyplynul závěr, že vitamin C se nejvíc podílí na zachycování volných radikálů při nižších teplotách a především v prvním období skladování (Lachman et al., 2005). Guziur et al. (2000) sice také zdůrazňuje velký vliv ročníku, lokality a způsobu pěstování, na druhou stranu však přiznává, že při pokusech nebyly výkyvy v těchto sledovaných faktorech během pokusných let příliš výrazné. V průběhu vegetace zpočátku zastoupení vitamínu C roste, zatímco s dozráváním klesá (Míča, 1974).

Kyselina askorbová má příznivý vliv na činnost mozku a urychluje nervosvalové reakce. Vitamin C se snadno slučuje s kyslíkem a ztrácí svoji účinnost. Jeho úbytek v důsledku tepelného opracování závisí i na způsobu úpravy. Například v mikrovlnné troubě jsou tyto ztráty zhruba 15 % (Kopec, 2010).

Tabulka 3 Zachování vitamínu C při vaření brambor (Houba et al., 2007)

Úprava hlíz	Neoškrábané	Oškrábané
Po umytí	100 %	100 %
Po uvaření	85 %	50 %
Po 1 hodině udržování v teple	65 %	42 %

Vitaminy skupiny B

Vitaminy skupiny B mají pozitivní vliv na kvalitu pokožky, krvetvorbu, regeneraci jater a zvyšují jejich odolnost vůči toxinům. Naopak nedostatek těchto vitaminů se může projevat zvýšenou mírou nervozity a stresem (Kunová, 2011). Při jejich nedostatku hrozí chudokrevnost a trávicí obtíže. Podílí se i na tvorbě serotoninu, neboli hormonu štěstí (Kopec, 2010).

Thiamin působí proti poruchám nervového systému a je důležitou složkou enzymů. V současnosti je jeho příjem ve stravě na hranici nedostatku. Ztráty vitamínu B₁ vařením činí 0–15 %. **Riboflavin** je růstový činitel a podporuje okysličovací procesy v těle. Jeho nedostatek ve stravě způsobuje poruchy růstu nervových buněk a zapříčiňuje nadměrné

vypadávání vlasů (Kopec, 2010). **Niacin** pomáhá snižovat hladinu cholesterolu v krvi a celkově má vliv na metabolismus mastných kyselin a sacharidů. V buňkách je využíván k tvorbě NAD^+ nebo NADP^+ a jeho vážný nedostatek se projevuje jako pelagra, mezi jejíž příznaky patří trávicí obtíže, dermatitida a demence. **Kyselina pantotenová**, stejně jako ostatní vitaminy skupiny B a vitamin C, pomáhá chránit před oxidačním stresem. Je součástí koenzymu A a mimo to má vliv na metabolismus sacharidů, bílkovin i mastných kyselin. (Navarre et al., 2016). **Pyridoxin** chrání cévy před kornatěním a předčasným stárnutím, zabezpečuje funkci jater i nervové soustavy. Mezi skupinu vitamínu B se zařazuje i **biotin** (vitamin H), který je nepostradatelný pro funkci pokožky a metabolismus mastných kyselin. Je však vytvářen střevní mikroflórou a jeho obsah v zelenině bezvýznamný (Kopec, 2010). Zvýšený příjem **kyseliny listové** je už řadu let doporučován v těhotenství jako prevence proti vývojovým vadám plodu, nové výzkumy však ukazují i jeho schopnost snížit hladinu homocysteinu v krvi a tím preventivně působit proti srdečně-cévním chorobám (Kunová, 2011). V případě, že není třeba navýšit množství kvůli těhotenství, dokážou brambory poskytnout až 16 % doporučené denní dávky tohoto vitamínu (Storey, 2007).

Jak uvádí Míča (1988), obsah vitaminů skupiny B v bramborách není zanedbatelný. Thiamin v bramborách je schopný krýt denní potřebu z 18,7 %, riboflavin z 8,8 % a niacin z 20 %. Samozřejmě i zde záleží na šetrnosti tepelné úpravy.

Co se thyaminu týče, brambory v závislosti na způsobu přípravy mohou poskytnout ve 100 g porci v případě konzumace hranolek 0,08 mg, u pečených brambor je to 0,067 mg při stejném množství a u vařených 0,106 mg (10 % doporučené denní dávky). To dokazuje významný vliv tepelného opracování při zachování vitamínu B_1 a vědci se zabývají možnostmi, jak obsah tohoto vitamínu v hlízách zvýšit. U riboflavinu také platí, že je schopen po tepelné úpravě poskytnout zhruba 10 % doporučené denní dávky při množství 100 g. Kyselina pantotenová nemá stanovený doporučený denní příjem, neboť je nedostatek vzácný (jeho dostačující množství je produkováno střevními bakteriemi). I zde záleží na způsobu úpravy, například vařené brambory obsahují 0,38 mg vitamínu B_5 . Pyridoxinu obsahují vařené brambory 0,3 mg, hranolky 0,36 mg, chipsy 0,78 mg a pečené brambory 0,31 mg v porci o hmotnosti 100 g. Po přepočtu na doporučenou denní dávku je potřeba vitamínu B_6 pokryta zhruba z 23 % v případě pečených brambor, u chipsů je to dokonce 60 %. Kyselina listová byla v hlízách nalezena ve velmi široké škále hodnot počínající 550 ng a konče 1400 ng ve 100 g čerstvé hmoty. V případě kyseliny listové jsou nejlepším zdrojem brambory pečené, jejichž 100 g pokryje doporučenou denní dávku z 6,5 %, u vařených je to jen z 2,5 %. Nutno upozornit, že v pokusech byly hlízy pečené i vařené ve slupce, po oloupaní by hodnoty

byly ještě nižší (Navarre et al., 2016).

Bohužel na účinku vitaminů skupiny B se negativně projevuje teplota nad 50 °C, světlo a působení kyslíku (Kunová, 2011).

Vitamin A

V rostlinách se vitamin A nachází ve formě karotenů a teprve v organismu se přeměňuje na samotný vitamin (Kunová, 2011). K přeměně karotenů dochází v játrech, s čímž se pojí fakt, že lidé s nemocí jater a diabetici mají sníženou schopnost využít karoten jako provitamin A (Kopec, 2010).

Je nesmírně důležitý pro správnou funkci zraku, imunitu a růst a dělení buněk (Kunová, 2011). Má protiinfekční vliv, zpomaluje stárnutí a jsou prokázány protinádorové účinky (Kopec, 2010). Vitamin A, stejně jako ostatní vitaminy rozpustné v tucích, má schopnost akumulace v organismu. Hrozí tak hypervitaminosa projevující se suchou šupinatější kůží, bolestmi hlavy, vypadáváním vlasů a bolestmi kloubů a kostí (Young et Scrimshaw, 1979). Toto však hrozí hlavně u vitaminu A ve formě doplňků stravy, v rámci vyvážené výživy je riziko téměř zanedbatelné (Kunová, 2011).

Vitamin K

Vitamin K, neboli fylochinon, ovlivňuje krevní srážlivost svým pozitivním vlivem na tvorbu prothrombinu (Prugar et al., 2008). Spolu s vápníkem a vitaminem D snižuje riziko řídnutí kostí u starších jedinců a reguluje obsah vody. Ze zeleniny lze získat polovinu denní dávky, zbytek zajišťuje střevní mikroflóra a další složky stravy. Fylochinon ze zeleniny je však účinnější než vitaminové doplňky a brambory ho ze zeleniny obsahují relativně velké množství (Kopec, 2010).

3.3.1.5 Minerální látky

Podle jejich zastoupení v organismu a nároků na ně se mohou dělit na takzvané makro a mikro anorganické prvky. Mezi makro anorganické prvky patří sodík, draslík, vápník, chlor, hořčík a fosfor. Jejich celkový obsah v těle se uvádí zhruba na tři kilogramy. Oproti tomu minerální látky zastoupené v menší míře jsou v těle obsaženy zhruba jen ve třiceti gramech a jejich denní spotřeba nepřekračuje 30 mg (Young et Scrimshaw, 1979).

Pokud se vezme v úvahu denní spotřeba 300 g brambor, pokryje se potřeba železa z 21 %, fosforu z 9,6 %, vápníku z 3,4 % a draslíku dokonce z 80 %. Důležitý je také vyvážený poměr draslíku ku sodíku. Draslík má také schopnost omezit černání hlíz po uvaření

a brání enzymatickému zabarvení vlivem mechanického poškození. Z hlediska chuti je podstatný i poměr dusíku ku draslíku, který se udává mezi 1 : 2,5–2,7 (Míča, 1988).

Vzhledem k obsahu minerálních látek, především solí draslíku a hořčíku, se brambory řadí mezi takzvané zásadité potraviny. Zásadité potraviny mají schopnost vyrovnávat v těle přebytek kyselin, které se tvoří při odbourávání tuku a masa (Míča, 1988).

Na základě pokusů bylo stanoveno, že nejvyšší vliv na obsah minerálních látek v bramborových hlízách mají ročník, lokalita a způsob pěstování. Naproti tomu vliv odrůdy se téměř neprojevil (Guziur et al., 2000). Během vegetace postupně obsah minerálních látek klesá, byť se jedná jen o nepatrné množství (Míča, 1974). U brambor nových byly většinou naměřeny vyšší obsahy minerálních látek (vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, železo). Jen u chloru a mědi tomu bylo naopak, zatímco obsah selenu a zinku se nezměnil (Storey, 2007).

Draselné kationty se nacházejí v největší míře v intracelulárních tekutinách. Ovlivňují tak osmotický tlak a podílejí se na funkčnosti dráždivých struktur (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Při jeho nedostatku dochází k poruchám nervové soustavy, svalů, srdečního rytmu i trávení (Prugar et al., 2008). Působí při vylučování vody, má močopudný účinek. V současnosti bývá jeho příjem nedostatečný, především z důvodu nadbytečného příjmu sodíku (Kopec, 2010).

Ionty sodíku jsou oproti draslíku hlavně extracelulární a mimo jiné ovlivňují hospodaření s vodou a souvisí i s acidobazickou rovnováhou (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Vzhledem k jeho příjmu v kuchyňské soli bývá jeho příjem spíše nadměrný. To se projevuje mimo jiné i vysokým krevním tlakem. Naopak v rozumné míře je prevencí proti srdečním chorobám (Prugar et al., 2008). V zelenině je jeho obsah nízký a účelně reguluje jeho rovnováhu s draslíkem (Kopec, 2010).

Fosfor lze v těle nalézt ve formě fosfátů. Ve formě apatitu je v kostech a zubech (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Vzhledem k jeho symbióze s vápníkem se jeho nedostatek projevuje nedostatečným ukládáním vápníku do kostí a zubů, případně špatnou funkcí ledvin (Prugar et al., 2008). Mimo to patří mezi základní kameny nukleotidů, cukerných fosfátů a také jej lze identifikovat v enzymech (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Vstřebatelnost fosforu při smíšené stravě je 50–70 % (Kopec, 2010).

Hořčík se v lidském těle vyskytuje ve formě hořečnatých kationtů a má významný podíl na stavbě kostní hmoty (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Je součástí enzymů a uvolňuje svalové napětí. Nedostatek zpomaluje růst, způsobuje podrážděnost, vypadávání vlasů a poruchy kůže. Absorbuje se až ze 40 % (Kopec, 2010). Prugar et al. (2008) dodává, že funguje i jako protizánětlivý, antistresový, antitoxický a antialergický faktor.

Vápenaté kationty jsou známé jako složka zubů a kostí společně s fosforem a hořčíkem a jejich nedostatek způsobuje osteoporosu. Mimo to také obsah vápníku v krvi ovlivňuje krevní srážlivost a nefunguje bez něj dobře ani nervová soustava, kde nedostatek těchto iontů vyvolává tetanické křeče (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Obecně je vstřebatelnost ze zeleniny až na pár výjimek až 50 % (Kopec, 2010).

Síra je nedílnou součástí aminokyselin methioninu a cysteinu. Také je obsažena v glutathionu, který slouží jako redoxní činitel (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Má významný vliv při tvorbě pojivových tkání a její příjem je v současnosti dostačující (Kopec, 2010).

Nedostatek **železa** vede k chudokrevnosti, neboť je známé hlavně jako součást hemoglobinu (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Obecně je v dnešní stravě železa poměrně málo a to se projevuje špatným přenosem kyslíku a sníženou funkcí mozku (Prugar et al., 2008). Až čtvrtinu potřebné denní dávky člověk získá ze zeleniny a z ovoce. Jeho přijatelnost závisí na formě ve stravě a na složení potravy. Přijatelnost železa zvyšuje přítomnost vitamínu C. To platí jak u zeleniny samotné, tak i u jiných zdrojů. Je tedy vhodné konzumovat i maso současně se zeleninou bohatou na kyselinu askorbovou (Kopec, 2010).

Kationty manganaté pomáhají při vápenatění kostí a přeměně tuků a proteinů (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Mangan je důležitou součástí metaloenzymů (Prugar et al., 2008). Dále je nezbytný pro normální činnost pohlavních žláz a hypofýzy. Účastní se tvorby krve, kostí a funkce nervového systému (Kopec, 2010).

Zinek je důležitou součástí enzymů a souvisí i s udržováním pH a tvorbou HCl v žaludku (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Je také vhodné jeho příjem zvýšit pro lepší hojení pooperačních ran nebo vředů. Je nezbytný při tvorbě kostní tkáně a při jeho nedostatku je narušen vývoj plodu i obnova kůže a sliznic (Prugar et al., 2008). Má vliv na energetický metabolismus, účastní se tvorby inzulínu. Ve větším množství je škodlivý, zelenina však dodá jen část doporučené dávky (Kopec, 2010).

Měď je v malé míře zastoupena ve všech buňkách. Je katalyzátorem tvorby určitých enzymů a pomáhá při syntéze hemoglobinu a myoglobinu (Odstrčil et Odstrčilová, 2006). Je součástí enzymů buněčného dýchání a jejím hlavním zdrojem jsou živočišné produkty, avšak ani její příjem z rostlinných složek stravy není bezvýznamný (Kopec, 2010).

Selen patří mezi známé antioxidanty a uplatňuje se i při srážení krve a správné funkci svalů (Prugar et al., 2008). Také slouží jako katalyzátor pro aktivaci thyroidních hormonů. Ukazuje se také, že může být klíčem v zabránění rozvinutí HIV v AIDS. Dále je nezbytný pro pohyblivost spermií a snižuje riziko potratu (Rayman, 2000). Jeho účinek se znásobuje v přítomnosti vitamínu E (Kopec, 2010). Byl stanoven průměrný příjem selenu na 28,72 mg

denně, k čemuž brambory a zelenina přispívají 6,5 % (Lachman et al., 2005). Za optimum příjmu tohoto minerálu a antioxidantu je dle Jůzla et al. (2006) považována hodnota 0,1–0,15 mg na den. Potrava jej poskytne zhruba denně 0,03–0,05 mg, tedy polovinu. Vzhledem k tomu, že třetina až polovina populace trpí nedostatkem selenu, jsou snahy optimalizovat jeho obsah v bramborách. Zároveň je třeba zdůraznit, že při dávkách vyšších než 35 mg/den je selen vysoce toxický a má karcinogenní účinky.

3.3.1.6 Antioxidanty

Pojem antioxidanty je v posledních letech hodně skloňován, stejně jako volné radikály. V buňkách se běžně nacházejí jak antioxidanty, tak volné radikály, a to ideálně v poměru 3:1. Přítomnost volných radikálů je v určitém množství zcela normální a pro některé pochody nezbytná. Tyto atomy i molekuly s nepárovým elektronem ve valenční vrstvě se účastní například odstraňování odumřelé tkáně nebo fagocytózy škodlivých mikroorganismů. Problém nastává při nadlimitních koncentracích volných radikálů, kdy vlivem oxidačního stresu dochází k poškození lipidů, sacharidů, proteinů i DNA. Volné radikály jsou také známé jako látky mutagenní a karcinogenní, negativně působící na imunitní systém i kardiovaskulární soustavu. Látky s antioxidantním působením mají schopnost zpomalovat či úplně inhibovat oxidační reakce způsobené volnými radikály i opravit molekuly, které již byly poškozeny (Hřebíčková, 2009).

Antioxidanty mají na lidské zdraví velmi pozitivní vliv. Zpomalují ukládání aterosklerotických plátů ve stěnách cév, inhibují akumulaci cholesterolu v krevním séru a zvyšují rezistenci krevních cév proti jejich lámavosti. Zachycením volných radikálů snižují riziko onemocnění koronárních cév (Lachman et al., 2005). Dále působí preventivně proti plicním chorobám, kožním onemocněním, poruchám imunity, ale i neurodegenerativním onemocněním, jako jsou Alzheimer nebo Parkinson, neboť oxidační stres je spolupůvodcem těchto nemocí (Kvasnička et Ševčík, 2009).

Význam brambor z hlediska obsahu antioxidantů tkví hlavně v jejich zkonsumovaném množství. Společně s příjmem ovoce a zeleniny se tak lze dostat až na 64 mg polyfenolů na osobu denně, čímž se dostávají v USA na druhé místo v příjmu antioxidantů těsně za rajčata (Lachman et al., 2005).

Mezi antioxidanty patří celá řada látek, jak původu endogenního, například superoxid dismutáza (obsahující mimo jiné selen) nebo koenzym Q, tak přírodního (karotenoidy, vitamin C, retinol, tokoferol, polyfenoly), případně syntetického. Antioxidační kapacita vyjadřuje v součtu sílu všech látek s antioxidační aktivitou, které v organismu působí

společně. Zde nastává problém s měřením antioxidační aktivity a skutečným působením v organismu, neboť už bylo v klinických studiích prokázáno, že antioxidanty mohou být tělem rozdílně využity nebo nemusí být ideálně vstřebány. I z tohoto důvodu nebyla doposud stanovena doporučená denní dávka pro celkový příjem antioxidantů (Hřebíčková, 2009).

Z výzkumů vyplynulo, že nejvyšší množství antioxidantů se nachází u syrových hlíz ve slupce nebo těsně pod ní, a to až 3,5 krát více než v dužnině. Tepelnou úpravou se toto množství ještě zvyšuje, nejvyšší nárůst byl zaznamenán u smažení v oleji. Při tomto zákroku je potravina vystavena velmi vysokým teplotám, takže je předpokládán úbytek přirozených antioxidantů. Na druhou stranu vznikají produkty Maillardovy reakce, které vykazují antioxidační kapacitu, a tedy ve výsledku obsah antioxidantů zvyšují. Na základě jiné metody bylo stanoveno, že antioxidační kapacita se zvyšuje o 30 % u brambor vařených v páře ve slupce, oproti bramborám syrovým se slupkou. Při varu ve vodě ke změně antioxidační kapacity nedochází, naopak při vaření brambor oloupaných antioxidační kapacita poklesla o 15 % a při smažení dokonce o 29 % (Ševčík et al., 2009).

Denní příjem antioxidantů je odhadován na 180 mg na osobu. Nejvíce se jich vyskytuje v odrůdách červených a modrých, a to jak ve slupkách, tak v dužnině. Dokonce bylo zjištěno, že antioxidační potenciál barevných odrůd je dvakrát až třikrát vyšší než u odrůd s bílou dužninou. Je prokázáno, že antioxidanty mají synergické účinky. Červené a modré odrůdy jsou zatím pěstovány v Americe, Austrálii a některých evropských zemích, zatím však spíše jako delikatesa. V České republice se v supermarketech objevují spíše jen výjimečně a to ještě za velmi vysoké ceny. Pro své zdravotní přínosy se však objevují státy (USA, Kanada), kde se začínají pěstovat hojněji. Nelze však předpokládat, že by barevné odrůdy vytlačily odrůdy tradiční (Lachman et al., 2005).

Polyfenolické sloučeniny

Polyfenoly jsou rozsáhlá skupina látek, tudíž mají mnohostranné účinky. Ovlivňují příznivě srážení krve nebo snižují riziko srdečně-cévních chorob (Kopec, 2010). Podle nejnovějších objevů mají polyfenoly i antikarcinogenní, antimutagenní, antiglykemické a hypocholesterolemické účinky. Uvažuje se o šlechtění odrůd s vyšším obsahem polyfenolů, ale spotřebitelé by se museli smířit s většími senzorickými změnami v podobě tmavnutí dužniny u vařených i syrových brambor (Hamouz et al., 2008).

Na množství polyfenolů mají nejvyšší vliv odrůda, ročník, stresové faktory (mechanické poškození hlíz, napadení patogeny, působení světla na hlízy) a kuchyňská úprava syrových brambor (krájení, strouhání). Vlivem těchto faktorů roste aktivita

polyfenoloxidas a fenolové látky oxidují na tmavé chinony, tedy jedná se o enzymové hnědnutí. Řešením by mohly být geneticky modifikované odrůdy s potlačenou aktivitou polyfenoloxidas. Menší vliv na množství polyfenolů už mají podmínky stanoviště, hnojení draslíkem, teplota při skladování a γ -záření. Nejvíce polyfenolů měly brambory pěstované v nadmořské výšce 800 m a s dlouhodobě nejnižší teplotou během vegetace (Hamouz et al., 2008). Naproti tomu Křišťůfek et al. (2001) na základě pokusů dospěl k závěru, že celkový obsah polyfenolických látek ve slupkách závisí v nejvyšší míře na odrůdě, lokalitě, ročníku a době odběru zkoumaných hlíz. Naopak na době zralosti jednotlivých testovaných odrůd nezáleželo. Dále dodává, že během vegetace se obsahy polyfenolických látek ve slupce snižují a dochází tak ke snížení rozdílu mezi jednotlivými odrůdami.

Fenolové látky se podílejí i na tmavnutí hlíz po uvaření bez působení enzymů. Tmavě zbarvené sloučeniny zde vznikají s pomocí iontů železa. Hlíza sama má přirozené inhibitory tmavnutí, jako například kyselinu citronovou (enzymové i neenzymové tmavnutí) a kyselinu askorbovou (enzymové tmavnutí). Prevencí proti tmavnutí může být využití inhibitoru polyfenoloxidas s kyselinou citronovou nebo snížení aktivity polyfenoloxidas louhováním hlíz po dobu 3 minut při 100 °C (Hamouz et al., 2008).

Při tepelných úpravách brambor na základě pokusů vzrostl obsah kyseliny chlogorenové. U brambor vařených ve slupce byl nárůst nejvyšší, o 120 % oproti syrové hlíze ve slupce. Při vaření v páře se jednalo o nárůst o 81 %, při mikrovlnném ohřevu o 63 %, při smažení v oleji o 29 %. Naproti tomu u brambor vařených bez slupky byl zaznamenán pokles obsahu kyseliny chlorogenové, a to o 26 % oproti syrové hlíze se slupkou. Kdyby hodnota po uvaření byla vztažena jen na syrovou dužninu, je i zde nárůst, konkrétně o 21 %. Obdobný trend nárůstu při tepelné úpravě byl zaznamenán i u dalších fenolů (Ševčík et al., 2009).

Karotenoidy (karoteny, xantofyly)

Karotenoidy jsou nejznámější v souvislosti s dobrým vlivem na zrakové funkce a schopností snižovat některá zdravotní rizika (Navarre et al., 2016). Xantofyly sice nejsou prekuzory vitamínu A, ale mají například schopnost chránit buňky před poškozením vlivem UV záření (Hamouz et al., 2016). V hlízách jsou v největší míře zastoupeny xantofyly, oranžovou barvu dodávající zeaxanthin, a lutein, korelující s obsahem žluté barvy. Tedy čím intenzivněji jsou hlízy zbarvené, tím více této látky se v nich nachází (Navarre et al., 2016). Množství těchto látek v hlízách závisí především na genotypu, lokalitě a ročníku (Hamouz et al., 2016).

V USA byly dříve populární jen odrůdy bělomasé, v dnešní době se tam však začínají šlechtit i odrůdy s vyšším obsahem karotenoidů (Hamouz et al., 2008).

Karotenoidy jsou citlivé především na světlo, teplo, přítomnost kyslíku a některé enzymy. Například během citlivého vaření v páře se ztrácí asi 10 % karotenů, xantofyly jsou obecně ještě náchylnější (Velíšek et al., 2002).

U karotenoidů bylo stanoveno, že jejich nejvyšší obsah je v hlízách po skladování, v březnu, což se vysvětluje úbytkem vody. Dále bylo na základě pokusů potvrzeno, že množství karotenoidů závisí na odrůdě a ročníku, přičemž polorané odrůdy jsou více ovlivněny klimatickými podmínkami než odrůdy rané (Lachman et al., 2005).

Selen

V případě jeho nedostatku může dojít k problémům se štítnou žlázou, rozvinutí srdečně cévních chorob, nádorů, cystické fibrosy, sklerosy multiplex, progresivní svalové dystrofii, revmatoidní artritidy a mnoha dalších chorob. Na českém území i ve světě je trvalý přirozený nedostatek selenu v potravě a právě obohacení brambor foliární aplikací je jedna z možností, jak tento problém vyřešit (Hamouz et al., 2008).

Doporučená denní dávka selenu činí 0,1–0,12 mg, stravou se však získává jen polovina. Bylo spočítáno, že příjem selenu z brambor za rok se pohybuje mezi 0,005–0,1 mg. Obsah selenu v hlízách nezávisí na odrůdě, ale na obsahu prvku v půdě. Při kuchyňské úpravě množství selenu klesá, vařením o 15 %, smažením dokonce o 25 % (Jůzl et al., 2005).

3.3.2 Látky rizikové pro lidské zdraví v hlízách brambor

Ačkoliv jsou brambory jako potravina nutričně velmi hodnotné, obsahují bohužel i látky pro zdraví člověka nepříznivé. Tyto látky mohou být původu přírodního, respektive přirozeně se vyskytují v hlízách, případně vznikají jejich úpravou, nebo se do brambor dostávají antropogenními vlivy. Dnes jsou však obsahy těchto látek důsledně kontrolovány a u většiny z nich jsou stanoveny i jejich maximální limity (tabulka 4).

Tabulka 4 Nejvyšší přípustné množství zdraví škodlivých látek v hlízách konzumních brambor (Vokál et al., 2003)

Název látky	Maximálně přípustná hodnota v mg.kg ⁻¹ čerstvé hmoty
Glykoalkaloidy	200
Arzen	0,3
Kadmium	0,1
Měď	3
Nikl	0,5
Olovo	0,15
Rtuť	0,02

3.3.2.1 Steroidní glykoalkaloidy a kalystegin

Nejvyšší přípustné množství steroidních glykoalkaloidů je 200 mg.kg⁻¹ a tento obsah je vyjadřován v podobě α -solaninu, ačkoliv ze skupiny steroidních glykoalkaloidů jsou v bramborových hlízách a výrobcích z nich pečlivě sledovány solanin i chaconin. V posledních letech je sledován také kalystegin (Hamouz et al., 2008). V pokusech, kdy byl stanovován obsah glykoalkaloidů v odrůdách registrovaných v České republice, bylo zjištěno, že se obsahy těchto látek pohybují v rozmezí 20–160 mg.kg⁻¹ (Zrůst et al., 2000).

Na obsah solaninu a chaconinu mají největší vliv stanoviště a ročník, odrůda bývá podle různých autorů řazena také na první, případně druhé místo. Dále obsah glykoalkaloidů zvyšují dávky dusíku, mechanické poškození hlíz i zelenání hlíz. Z toho plynou i jasná pěstitelská opatření: proti zelenání optimální tvar hrůbku, dostatečná vrstva ornice nad hlízou, ochrana proti vložkovitosti a nebo odkameňování polí proti mechanickému poškození při sklizni a posklizňové úpravě. V kuchyni pak lze množství glykoalkaloidů odstranit pouze loupáním – až o 50 % (Hamouz et al., 2008). Starší brambory v jarním období se doporučuje vařit oloupané, neboť pod slupkou a v okolí oček se hromadí během skladování solanin (Vokál et al., 2003). Podle Velíška et al. (2002) lze oloupáním odstranit až 60–90 % těchto látek. Solanin je při běžné tepelné úpravě relativně stálý. Například při smažení se jeho relativní obsah ještě zvýší vlivem úbytku vody. Pomáhá vyluhování vlivem varu a při přidavku 0,3 % kyseliny octové do vody lze obsah solaninu snížit až o 84 %.

Mezi příznaky otravy patří například průjem, křeče, zvracení, zrychlený puls až koma. K vyvolání otravy je třeba požití 1–5 mg glykoalkaloidů na kilogram hmotnosti, letální dávka činí 5–6 mg na kilogram hmotnosti. Na druhou stranu byly provedeny studie, při kterých se ukázalo, že určité množství glykoalkaloidů může chránit před některými druhy rakoviny. Než bude však možno toto potvrdit, budou muset být provedeny další studie (Navarre et al., 2016).

Alkaloidy kalysteginy, na rozdíl od steroidních glykoalkaloidů, vykazují vyšší obsah v hlíze než v nadzemních částech rostlin a jejich obsah se nezvyšuje při osvětlení ani poranění hlíz (Zrůst, 2005). Obsah kalysteginů lze snížit tepelnou úpravou. Například vařením a pečením o 85 % a ohřevem v mikrovlnné troubě a smažením o 80 % (Čížek et al., 2009). Byly provedeny pokusy, při kterých se zkoumalo množství kalysteginů v průběhu skladování. Při skladování při 4 °C byl nejvyšší obsah těchto látek po pěti měsících. Po dalších třech měsících tohle množství klesá zhruba na polovinu. Při růstu hlízy v zemině se obsah kalysteginů snižuje. U hlízy velké 0,5 cm byl jejich obsah 300 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ čisté hmotnosti, kdežto při velikosti 1 cm 150 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ čisté hmotnosti (Zrůst, 2005).

3.3.2.2 Akrylamid

Akrylamid se v hlízách přirozeně nevyskytuje a vzniká až tepelnou úpravou při teplotě kolem 150 °C, které se dosahuje při smažení a pečení (Hamouz et al., 2008). Zvláště velké riziko je tedy u smažených lupínků (obrázek 3) a hranolek. Jedná se o výsledek Maillardovy reakce probíhající mezi redukcujícími cukry a aminokyselinou asparaginem (Kirkman, 2007).



Obrázek 3 Chipsy z barevných odrůd brambor

Vzhledem k tomu, že se tvoří z prekuzorů obsažených v hlízách, je třeba dbát i na jejich obsah, tedy hlavně hlídat teplotu skladování (kolem 8 °C) a zvolit vhodnou odrůdu. Mimo to mají redukující cukry vliv i na tmavnutí brambor (Hamouz et al., 2008).

Akrylamid je řazen mezi potenciální lidské karcinogeny. Také byly provedeny testy na myších, kdy byl pokusným zvířatům podán akrylamid v různém množství a dávka 25–50 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti byla stanovena jako nejnižší hodnota zvyšující frekvenci mutací. Naproti tomu v jiných studiích se ukázalo, že chromozomové aberace u myší vyvolávají dávky i 10–20 krát nižší. Na základě pokusů u krys byla prokázána neurologická poškození vlivem působení akrylamidu a tyto účinky byly později potvrzeny i u lidí. Celkový příjem akrylamidu je odhadován na 40 μg denně, bramborové produkty se na této hodnotě podílí ze 36 %, konkrétně smažené bramborové lupínky 16 %, smažené brambory 10 % a brambůrky 10 % (Laudová, 2002).

3.3.2.3 Cizorodé látky

Cizorodé látky se do hlíz, a tím i do potravního řetězce, dostávají vlivem lidské činnosti. Jejich výskyt je zapříčiněn buď současnými antropogenními vlivy, nebo jsou jejich pozůstatky v ekosystémech ještě z dob, kdy se nevědělo o rizicích spojených s jejich výrobou nebo nadužíváním.

Těžké kovy

Těžké kovy se dostávají do životního prostředí především vlivem průmyslu. Následně se dostávají i do zemědělských produktů a s nimi je přijímají lidé. Většina těžkých kovů se vyloučí, určité množství však v organismu zůstává a usazují se nejvíce v játrech, ledvinách, zubech nebo kostech (Prugar et al., 2008).

Sleduje se především obsah toxických kovů, jako jsou As, Cd, Pb a Hg (Hamouz et al., 2008). Právě tyto prvky vykazují toxicitu i v relativně nízkých koncentracích. Příjem těžkých kovů rostlinou závisí na půdních a klimatických podmínkách, agrotechnice a genotypu rostliny (Prugar et al., 2008).

Z testů (Žižka, 2015) za rok 2014 a první pololetí roku 2015 vyplývají následující hodnoty. V prvním roce proběhla analýza 28 vzorků. Sledována byla hlavně přítomnost kadmia a olova. Všechny vzorky byly negativní na přítomnost olova, nicméně kadmium se objevilo ve 24 případech. V roce 2015 bylo na rizikové prvky otestováno 17 vzorků hlíz. Na výskyt olova byl pozitivní jen jeden vzorek, zatímco kadmium je objevilo ve 100 % případech. Všechny hodnoty z obou let se však nacházely pod hodnotou maximálního limitu.

Arsen se zcela přirozeně vyskytuje v rudách i v uhlí. V určitém množství se arsen vyskytuje v mnoha rostlinách, u neloupaných bramborových hlíz se toto množství pohybuje kolem $0,0095 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Vliv na obsah arsenu má především lokalita a odrůda. Je logické, že se zvyšujícím se obsahem arsenu v půdě roste i jeho obsah v hlízách. Tento prvek je nezbytný pro reprodukční funkci obratlovců, ale již v dávkách 30–50 mg začíná působit toxicky. U brambor pěstovaných na nekontaminovaných půdách nehrozí žádné riziko. Podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví nesmí jeho obsah v hlízách překročit $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Je také prokázáno, že z celé rostliny se právě v hlízách hromadí nejvíce arsenu (Rop, 2000a).

Například jako součást fosforečných hnojiv, dříve k nám hojně dovážených, se ve velkém vyskytovalo **kadmium** a nelze opomenout jeho vstupy do životního prostředí vlivem průmyslu. Kadmium se ukládá hlavně v játrech, pankreatu, ledvinách nebo třeba v pohlavních orgánech, kde vlivem poškození epitelu varlat způsobuje neplodnost. Kadmium je nebezpečné hlavně z důvodu dlouhého biologického poločasu vylučování, konkrétně u člověka 7–40 let (Sova, 1993). V neloupaných hlízách se množství kadmia pohybuje kolem $0,032 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Je rozmístěno rovnoměrně, jen slupka vykazuje nepatrně vyšší hodnoty. Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví činí jeho nejvyšší povolený obsah $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ čerstvé hmoty (Rop, 2000b).

Olovo se do potravního řetězce dostává také vlivem průmyslu a dříve především z benzínu. Olovo se v organismu kumuluje především v játrech, ledvinách a kostech. Odbouráváno je močí a žlučí, jeho uložení v kostech je však dlouhodobé (Sova, 1993).

Hlavním zdrojem **rtuti** v prostředí je opět průmysl. Dříve se dokonce hojně používala k moření osiva a tento kov se kvůli tomu v půdě nachází dodnes. Stejně jako ostatní těžké kovy, hromadí se především v játrech, ledvinách, nervovém systému a má schopnost proniknout i do plodu. K poškození organismu dochází při příjmu rtuti nad 15 mg ročně (Sova, 1993).

Dusičnany

Dusičnany jsou látky běžné v životním prostředí a v plodinách se hromadí v době, kdy rostlina dusík nemůže využít. Brambory patří spolu se zeleninou mezi hlavní zdroje dusičnanů. Bramborové hlízy spadají do kategorie se středním obsahem dusičnanů, neboť kumulují $250\text{--}1000 \text{ mg.kg}^{-1}$ těchto látek (Velíšek et al., 2002).

Množství může kolísat až v rozmezí stovek procent v závislosti na klimatických a půdních podmínkách, například vlivem hnojení, srážek nebo osvětlení (Velíšek et al., 2002). K tomuto číslu se přiklání i Prugar et al. (2008) a dodává, že povětrnostní vlivy mohou u obsahu dusičnanů způsobit výkyvy až 50 %. Kasal (2015) také zdůrazňuje vliv povětrnostních podmínek, odrůdy a délky vegetační doby, zatímco vliv dusíkatého hnojení řadí až za všechny tyto faktory.

Naproti tomu Houba et al. (2007) tvrdí, že bramborové hlízy kumulují málo škodlivých nitrátů. Uvádí rozsah 0–300 mg.kg⁻¹ v nevyzrálých nových hlízách a toto množství se dále snižuje kuchyňskou a průmyslovou úpravou o 30 až 80 % (tabulka 5), v případě varu ve slupce až na 10 %. Diviš (2008) řadí brambory mezi plodiny s relativně nízkou kumulací nitrátů, avšak zdůrazňuje, že je nutno vzít v potaz jejich pravidelnou spotřebu v relativně velkém množství. Autor dodává, že nejvíce dusičnanů se hromadí ve slupce a jejich obsah je také nejvyšší v malých hlízách. Co se týče průběhu vegetace, při nedostatku srážek roste i obsah dusičnanů, neboť nedojde k naředění obsahu vlivem velkého výnosu a dusík ani není zabudován do organických vazeb. Pokud se brambory pěstují ve vyšších nadmořských výškách, dochází vlivem nižších teplot ke snížení vlivu srážkového deficitu. Nelze opomenout ani vliv skladování. S dobou skladování obsah dusičnanů postupně klesá, na konci skladovacího období byl v pokusech opět zaznamenán nárůst. Tento jev je nejspíš způsoben enzymatickými procesy. Nikdy však nebylo dosaženo hodnot naměřených na začátku období skladování.

Při normálních hladinách přijatých dusičnanů nehrozí lidem zdravotní rizika a jsou odplaveny prostřednictvím moče. Riziko nastává, pokud se prostřednictvím enzymu nitrátoreduktasy redukuje dusičnan na dusitan. Dusitan se dostane do krve, kde oxiduje hemoglobin na methemoglobin. Ten nedokáže přenášet kyslík. Zdravý dospělý jedinec si i s tímto umí poradit prostřednictvím obranného enzymového systému a nebezpečí tak vzniká především pro kojence (Prugar et al., 2008). K redukci dusičnanů na dusitany dochází částečně i v orgánech trávicího traktu, ale také při nevhodném uložení teplých pokrmů. Další možností je přeměna dusičnanů na nitrosaminy, které mají karcinogenní účinky (Diviš, 2008).

Tabulka 5 Změny v obsahu dusičnanů po různé úpravě brambor - snížení přepočteno na sušinu (Míča, 1988)

Způsob úpravy	Obsah sušiny (v %)	NaNO ₃ (v mg.kg ⁻³ původní hmoty)	NaNO ₃ (v mg.kg ⁻³ sušiny)	Snížení (v %)
Syrové hlízy	19,33	185	957,3	0
Hlízy neloupané, vařené v páře	18,19	137,1	753,3	21,3
Hlízy loupané, vařené v páře	19,92	88,1	447,3	53,67
Hlízy neloupané, vařené ve vodě	19,37	95,9	495,4	48,25
Hlízy loupané, vařené ve vodě	18,45	68,5	371,5	61,2
Hlízy loupané, 1 hod. máčené ve vodě, vařené ve vodě	18,21	80,9	444,1	53,61
Hlízy loupané, 1 hod. máčené ve vodě, vařené v páře	19,77	88,1	342,5	52,92
Z hlíz vyrobené hranolky	34,73	137,1	394,6	58,78
Z hlíz vyrobené lupínky	97,92	57,6	58,8	93,86

Z klasických možností úpravy v rámci možnosti snížení nitrátů se na první příčce objevuje vaření oloupaných brambor ve vodě. Je to dáno spojením vyluhování dusičnanů a odstranění slupky, která obsahuje nitrátů nejvíce z celé hlízy. Nutné je dodat, že při vaření brambor hodně záleží i na obsahu dusičnanů ve vodě, ve které se hlízy vaří. Čím je jejich zastoupení ve vodě vyšší, tím méně se jich vyluhuje z hlíz (Diviš, 2008).

Dle Žižky (2015) bylo v roce 2014 otestováno 10 vzorků konzumních brambor. Všechny z nich byly na přítomnost nitrátů pozitivní. Hodnoty se pohybovaly od 42,3 do 436 mg.kg⁻¹. Průměr z těchto hodnot činí 187,26 mg.kg⁻¹. Za první pololetí roku 2015 byly provedeny další testy, při kterých byly testovány tři vzorky. Dusičnany se opět nacházely ve všech z nich v rozmezí 97,2–292 mg.kg⁻¹ s průměrnou hodnotou 163 mg.kg⁻¹. Z právního hlediska není limit pro dusičnany stanoven.

Rezidua pesticidů

V dnešní době se zemědělská produkce obecně bez pesticidů neobejde. Kromě nesporných výhod je zde však i velké riziko z důvodu chemizace životního prostředí. Pesticidy tvoří široké spektrum chemických sloučenin, proto se nelze věnovat všem zvlášť. Pozitivní je, že jen v malé míře bylo prokázáno překročené povolené množství těchto látek v potravinách. Přesto je ale v současnosti vyvíjeno velké úsilí k hledání jiných alternativ,

například šlechtění rezistentních rostlin nebo objevování biologických pesticidů (Velíšek et al., 2002).

Než se pesticid dostane na trh, je velmi pečlivě zkoumán, mimo jiné toxikologickými testy. Bere se v potaz například jeho vliv na metabolismus, odbourávání těchto látek, potenciální karcinogenita a teratogenita, dráždivost, rizika pro člověka, který s daným přípravkem manipuluje, ochranná lhůta mezi poslední aplikací a sklizní, možný počet aplikací za vegetaci a rozestupy mezi nimi a v neposlední řadě jsou určeny i limity pro rezidua, zpravidla velmi nízké (Česká asociace ochrany rostlin, 2015).

Kulinární úprava může ve velké míře jejich obsah snížit. Například omytím, oloupaním nebo tepelnou úpravou (Velíšek et al., 2002). Oloupaní brambor odstraní 52–100 % reziduí v závislosti na odrůdě (Čížek et al., 2009). Také Sissons et Telling (1979) uvádějí, že množství DDT v bramborách lze významně snížit omytím, oloupaním i uvařením hlíz. Naopak u tepelné úpravy někdy hrozí riziko tvorby toxických produktů z relativně neškodných prekuzorů (Velíšek et al., 2002).

Na základě testování (Žižka, 2015) byly publikovány výsledky za rok 2014 a první pololetí roku 2015. V prvním roce byla přítomnost reziduí pesticidů sledována u 76 vzorků brambor, z toho u 41 z nich byla jejich přítomnost potvrzena. U žádného ze vzorků pak nebyl překročen jejich povolený limit. Nejvíce zastoupenými látkami byl propamocarb (25x) a chlorpropham (16x). V druhém sledovaném období bylo analyzováno 28 vzorků. U 25 z nich se přítomnost reziduí pesticidů potvrdila. Opět maximální povolené hodnoty překročeny nebyly, jen u jednoho vzorku z Řecká byl překročen limit pro účinnou látku fenamiphos. Z dalších účinných látek byl nejvyšší výskyt u chlorprophamu (18x) a propamocarbu (13x).

3.4 Zhodnocení nutriční hodnoty brambor ve srovnání s jinými potravinami

Brambory jsou se svou produkcí přes 300 milionů tun čtvrtá nejdůležitější plodina na světě po pšenici, rýži a kukuřici a přepočteno na zkonsumované množství, zauímají dokonce třetí místo po pšenici a rýži. Hlízy jsou výborným zdrojem sacharidů, proteinů a vitaminů. Jsou ceněny pro vysoký obsah škrobu, jeho dobrou stravitelnost a nad 2 % bílkovin s příhodnou skladbou aminokyselin. Za zmínku stojí i poměrně vysoký obsah vitamínu C ($0,20 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$), vitamínu B₆ ($2,5 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), draslíku ($5,64 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$), fosforu

(0,30–0,60 mg.g⁻¹) a vápníku (0,06–0,18 mg.g⁻¹) (Ramadan, 2016).

Nutriční hodnotu bramborových hlíz tvoří jak látky kalorické, tak nekalorické. Mezi kalorické složky patří škrob, dusíkaté látky a tuk. Brambory v tomto ohledu zcela odpovídají doporučením dietologů (Čepl et Čížek, 2012). Energetická hodnota samotných hlíz je spíše nízká, avšak v závislosti na kulinární úpravě může značně vzrůst (tabulka 6) (Vokál et al., 2013). Brambory jsou potravinou vhodnou ve všech druzích diet vzhledem k jejich dobré stravitelnosti, hodnotným bílkovinám, alkalizačnímu účinku a nízkému množství potenciálních alergenů (Vokál et al., 2003).

Tabulka 6 Obsah kalorií a tuku v jednotlivých výrobcích z brambor - hodnota pro jednu porci (Houba et al., 2007)

Vařené brambory (cca 270 g)	189 kcal; 0,27 g tuku
Bramborové knedlíky (cca 160 g)	178 kcal; 0,8 g tuku
Bramborová kaše (cca 270 g)	206 kcal; 6 g tuku
Opečené brambory (cca 200 g)	330 kcal; 18 g tuku
Hranolky (cca 150 g)	435 kcal; 22 g tuku
Lupínky (cca 100 g)	565 kcal; 40 g tuku

Sacharidy by měly tvořit 50 % z celkové energetické skladby potravy, tuky maximálně jednu třetinu a na bílkoviny spadá 15 %. 100 g brambor poskytne energetický zisk 300 kJ, z toho tvoří sacharidy 275 kJ, bílkoviny 20 kJ a tuky pouze 5 kJ (Čepl et Čížek, 2012). Prugar et al. (2008) zmiňuje, že 100 g hlíz dodá 330 kJ (80 kcal).

Ze složek nekalorických lze v bramborových hlízách najít látky pochutinové a balastní. Látky pochutinové mají hlavní význam v podobě chuti a vůně. Mezi nekalorické látky se řadí polysacharidy (mimo škrobu), vitamíny, enzymy a barviva. Dále sem spadají i cukry, minerální látky, organické kyseliny, aromatické látky, fenoly a glykosidy. Nutno podotknout, že mezi skupinami těchto látek i látkami samotnými neexistuje ostrá hranice (Čepl et Čížek, 2012).

Tabulka 7 srovnává bramborové hlízy z jinými potravinami z energetického hlediska. I zde je patrné, že závisí především na způsobu tepelné úpravy.

Tabulka 7 Energetická hodnota výrobků z brambor v porovnání s jinými přílohami ve 100 g využitelného podílu potravin (Míča, 1988)

Potravina	Energetická hodnota v kcal	Energetická hodnota v kJ
Bramborové lupínky	513	2147
Nudle	390	1632
Rýže	368	1540
Housky	278	1163
Předsmažené hranolky	220	921
Bramborové knedlíky	103	431
Bramborová kaše	95	398
Brambory	70	293

Důležitým výživovým hlediskem při výběru vhodných potravin je bezesporu glykemický index (GI). Ten je definován jako vliv glykemického sacharidu v potravine na krevní glukózu vyjádřený v procentech vlivu stejného množství glukózy. Potraviny se pak dělí na potraviny s nízkým GI (do 55 %), se středním GI (56–69 %) a s vysokým GI (nad 70 %). Glykemický index zvyšuje amylopektinový škrob, malá škrobová zrna a intenzivní kuchyňské opracování. Jeho hodnotu naopak pomáhá snižovat obsah vlákniny, přidání tuku nebo kyselost. V závislosti na kuchyňské úpravě lze brambory zařadit mezi potraviny s nízkým GI (vařené ve slupce) nebo s vysokým (bramborová kaše, hranolky, brambory pečené v troubě) glykemickým indexem (tabulka 8) (Čížek et al., 2009). Konzumace potravin s nízkým glykemickým indexem je doporučována zejména proto, že prodlužují pocit sytosti a jsou také důležitou součástí redukčních diet (Dostálová, 2014).

Tabulka 8 Glykemický index vybraných příloh a luštěnin (Dostálová, 2014)

Příloha	Glykemický index	Příloha	Glykemický index
Bramborová kaše	70	Rýže	50–90
Brambory pečené	90–95	Špagety	65
Brambory vařené	50–60	Čočka	26
Hranolky	75	Fazole	29
Chléb měkký	70	Hrách	22

S glykemickým indexem se pojí ještě jeden méně známý pojem, glykemická nálož. Ten pracuje, stejně jako glykemický index, s vlivem přijatého sacharidu na hladinu krevní glukózy, ale navíc počítá i s celkovým množstvím přijatých sacharidů. V praxi to znamená, že například sacharidy určité potraviny mají vysoký glykemický index, ale zároveň jich je v potravíně málo, a tedy glykemická nálož je nízká. Tak jako glykemický index, i glykemická nálož se dělí do tří skupin: hodnota 20 a vyšší je považována za vysokou, 11–19 je střední a pokud je výsledek 10 a méně, jedná se o nízkou glykemickou nálož. Loupané vařené brambory dosahují hodnoty 14, ale pečené brambory už 26 (Buckenhüskes, 2005).

3.4.1 Obiloviny

Pšenice je zřejmě nejstarší obilovinou cíleně pěstovanou člověkem a stála tak u počátku zemědělství. V České republice zkonsumuje každý obyvatel průměrně 279 g pšenice denně, což do jídelníčku přinese 22,2 g bílkovin. Právě obilné proteiny, z nichž největší část tvoří pšeničné, jsou významnějším zdrojem bílkovin než maso a další zdroje. A jsou to právě obilné proteiny, které jsou v posledních letech předmětem mnohých spekulací (Skřivan et Sluková, 2015).

S moukou a výrobky z ní se pojí v poslední době stále více probírané téma celiakie. Jedná se o alergii na gluten (lepek), konkrétně na jeho gliadinovou složku. Mezi klasické projevy tohoto onemocnění patří průjem, křeče, hubnutí, nadýmání, anemie nebo chronická únava. Zjednodušeně řečeno, toto onemocnění spočívá v reakci alergenů z potravy, zde právě gliadinu, s lymfocyty. To vede k destrukci intestinálních buněk včetně buněk epitelu, které jsou nezbytné pro absorpci (Edwards, 2007). Celiakií v současnosti trpí zhruba 1% populace. Tito jedinci si musí dávat pozor na pšenici, ječmen, oves i žito (Skřivan et Sluková, 2015).

Dominantní složkou obilky však nejsou tolik rozebírané bílkoviny, ale škrob, který tvoří až 80 % endospermu. Třetí významnou složku obilného zrna tvoří neškrobové polysacharidy tvořící nejvýznamnější podíl vlákniny. U pšenice se tyto látky nacházejí v obalech a podobalových vrstvách obilky a v endospermu se téměř nevyskytují. Jsou tak odstraněny v průběhu mlecího procesu (Skřivan et Sluková, 2015).

Nejvíce vlákniny se nachází v takzvaném chlebu vícezrnném (7,5 g na 100 g chleba), v konzumním chlebu je to o něco méně (5,1 g na 100 g chleba) a v pšeničném pečivu, jako je rohlík nebo houska, je to jen 2,8 g na 100 g výrobku (Nováková, 2010).

Klasický konzumní chleba se vyrábí z tmavé žitné chlebové mouky a pšeničné chlebové mouky, která je také tmavá, protože se vyrábí z povrchových částí zrna, respektive zbylých částí zrna po výrobě světlých pšeničných mouk. Obě chlebové mouky obsahují vysoké množství vlákniny. Kromě vlákniny obsahuje chleba i železo, množství vitaminů (zejména skupiny B), vápníku a komplexní sacharidy pomáhající snižovat hladinu cholesterolu v krvi. Při klasické výrobě chleba je navíc žitná mouka prokvašená, čímž se zvyšuje stravitelnost (Týř, 2010).

3.4.1.1 Vlastní diskuze v problematice porovnání brambor a obilovin

Obiloviny, stejně jako brambory, patří mezi základní potraviny a jsou konzumovány ve velkém množství. V ohledu spotřeby jsou obiloviny v České republice na prvním místě. Jak bramborové hlízy, tak i výrobky z mouky jsou tvořeny převážně sacharidy. Vláknina, pro zdraví cenná složka, se nachází v obalech zrna a je tak při mletí odstraněna. V tomto ohledu ovšem záleží na konkrétním výrobku, například v celozrnném chlebu je obsah vlákniny značný, zatímco pečivo z bílé mouky je na tuto složku chudé.

Zanedbatelný však není ani obsah bílkovin vzhledem ke zkonsumovanému množství, stejně jako je tomu u brambor. Bohužel právě s obilnou bílkovinou bývá u některých jedinců spojena celiakie. V tomto ohledu brambory nepředstavují riziko a nejsou známy žádné jejich alergeny. Jsou však i obiloviny, kde se lepek nevyskytuje. Ačkoliv bílkovina brambor není plnohodnotná, je oproti pšeničné mouce vyšší (tabulka 10).

Z hlediska energetické hodnoty záleží na úpravě plodin. U brambor vařených, kaše a knedlíků je energetická hodnota nižší v porovnání s houskami, nudlemi i rýží. Na druhou stranu bramborové lupínky mají kalorickou hodnotu vyšší (tabulka 7).

Glykemický index brambor je, pokud se vezmou v úvahu hlízy vařené ve vodě (50–60), nižší než u rýže (50–95), špaget (65) nebo chleba (70). Ale i zde v závislosti na tepelné úpravě glykemický index roste a u pečených brambor dosahuje až hodnoty 95 (tabulka 8).

3.4.2 Luštěniny

Luštěniny nejsou v České republice dlouhodobě řazeny mezi oblíbené pokrmy. Průměrná spotřeba na osobu a rok v roce 2012 činila 2,6 kilogramu. Hlavními důvody nízké spotřeby luštěnin jsou, pro většinu lidí, ne příliš lákavé sensorické vlastnosti, trávicí problémy po jejich požití a časově náročná příprava pokrmů (Dostálová, 2014).

Tabulka 9 Obsah hlavních živin (%) v ČR nejčastěji konzumovaných luštěnin (Dostálová, 2014)

Luštěnina	Bílkoviny	Tuk	Sacharidy
Hrách	18,3–31,0	0,6–5,5	60,7–70,7
Čočka	23,0–32,0	0,8–2,0	60,5–68,2
Fazole	20,9–27,8	0,9–2,4	58,2–63,4

Jak vyplývá z tabulky 9, luštěniny jsou významným zdrojem bílkovin, jejichž obsah se v závislosti na druhu pohybuje v rozmezí 20–25 %. Jejich výživová hodnota je vyšší než u obilovin, avšak kvůli nedostatku sirných aminokyselin nejsou plnohodnotné. Ideální je jejich kombinace v pokrmech s obilovinami, kdy lze dosáhnout hodnot plnohodnotných bílkovin (Dostálová, 2014).

Tabulka 10 Biologická hodnota proteinů vybraných potravin (Kasper, 2004)

Zdroj	Biologická hodnota
Celé vejce a brambory (35 % / 65 %)	137
Celé vejce a mléko (71 % / 29 %)	122
Celé vejce a pšenice (86 % / 32 %)	118
Celé slepičí vejce	100
Brambory	90–100
Kravske mléko	84–88
Fazole	73
Pšeničná mouka	59

Sacharidy luštěnin (cca 60 %) jsou tvořeny převážně škrobem. Z toho až 10 % tvoří α -galaktosidy, známější jako oligosacharidy, které způsobují flatulenci (Dostálová, 2014).

Obsah tuku v luštěninách je nižší (1–3 %) a skladba mastných kyselin příznivá. Luštěniny jsou dobrým zdrojem vitaminů skupiny B a vlákniny. Obsah minerálních látek je vysoký, ale jsou špatně využitelné z důvodu vazby na kyselinu fytovou, šťavelovou a jiné látky. Glykemický index luštěnin je nižší, což je dáno přítomností vlákniny, rezistentního škrobu a zastoupením frakcí škrobu (Dostálová, 2014).

Přes velké množství látek působících pozitivně na lidské zdraví, luštěniny obsahují také řadu antinutričních látek. Lze jmenovat inhibitory proteas a lektiny snižující využitelnost bílkovin, antivitaminy, kyselinu fytovou a šťavelovou, které snižují využitelnost minerálních látek, nestravitelné oligosacharidy, saponiny (mimo jiné poškozují sliznici střev) nebo třeba fytoestrogeny způsobující reprodukční poruchy. Většinu těchto látek však lze vhodným technologickým postupem, zejména tepelnou úpravou, částečně nebo úplně eliminovat (Dostálová, 2014).

Není příliš známý fakt, že glykoproteiny lektiny, látky se schopností poškodit střevní sliznici, lze nalézt v malé míře i u bramborových hlíz. Jsou však natolik dobře degradovány tepelnou úpravou, že nemají na zdraví žádný negativní vliv. Z toho plyne, že jen nedokonale tepelně opracované hlízy jsou v tomto ohledu rizikové (Storey, 2007).

3.4.2.1 Vlastní diskuze v problematice porovnání brambor a luštěnin

Luštěniny obecně nepatří mezi oblíbené potraviny a oproti bramborám se jich zkonsumuje jen zlomek. Zatímco brambory jsou potravina především sacharidová, luštěniny lze brát jako potravinu komplexní. Sice i zde tvoří nejvyšší podíl sacharidy, ale obsahují i velké procento bílkovin a například hrách může obsahovat i velké množství tuku. Jinak je udáván nižší obsah tuku s příznivou skladbou mastných kyselin. Bílkoviny luštěnin nejsou komplexní, i když mají vysokou biologickou hodnotu, stejně tak brambory. Vzhledem k nízkému množství zkonsumovaných bílkovin mají však větší podíl ve stravě bílkoviny brambor.

Největší problém pro většinu lidí představují antinutriční látky. Především oligosacharidy často způsobují trávicí obtíže, a i přesto, že úpravou lze tyto látky odstranit, lidé se luštěninám vyhýbají. Po konzumaci brambor se trávicí obtíže neobjevují.

V luštěninách se nachází i značné množství vitamínu B, vlákniny a minerálních látek, které jsou ale vázány nejčastěji na kyselinu fytoovou a šťavelovou.

Tabulka 11 srovnává ve vybraných ohledech určité druhy příloh. Každá potravina má v jídelníčku důležitou roli a vyniká obsahem jiné látky, není tedy možné určit jen jednu, která by byla nejlepší a dala se výhradně doporučit ke konzumaci. Základem zdravé stravy je vyvážený jídelníček a vhodná úprava potravin, neboť právě na úpravě často závisí konečná nutriční hodnota.

Tabulka 11 Nutriční hodnota čočky, hrachu, špagety, brambor a rýže ve 100 g a vařeném stavu (Holasová et Mašková, 2002)

Složka	Čočka	Hrách	Špagety bezvaječné	Brambory loupané	Rýže loupaná
Voda (g)	69,6	68,7	72,8	80,5	64,7
Bílkoviny (g)	7,9	6,5	3,5	2	2,6
Tuky (g)	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2
Sacharidy (g)	21,3	23,3	23,5	16,1	32,4
Vláknina (g)	5	4,2	0,9	1,7	0,6
Hořčík (mg)	27	26	4	20	4
Fosfor (mg)	106	144	21	58	28
Draslík (mg)	254	338	10	295	17
Vápník (mg)	32	34	7	10	3
Železo (mg)	2,3	1,6	X	0,3	0,1
Zinek (mg)	1,2	1,06	0,18	0,21	0,62
Thiamin (mg)	0,09	0,3	0,04	0,06	0,05
Riboflavin (mg)	0,05	0,05	X	0,03	X
Niacin (mg)	0,7	0,7	0,2	2,2	0,2
Pyridoxin (mg)	0,17	Stopy	0,01	0,14	0,02
Energie (kJ)	466	484	455	304	597
Energie (kcal)	110	114	107	72	141

4 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem v souladu s jejím cílem shrnula hlavní poznatky z dostupné odborné a vědecké literatury o chemickém složení hlíz brambor, o obsahových látkách hlíz významných v lidské výživě a o faktorech, které obsah těchto látek ovlivňují. Dále jsem provedla srovnání vybraných ukazatelů nutriční kvality brambor s jinými potravinami. Z literárních zdrojů jsem dospěla k těmto závěrům:

Za hlavní nutričně významné látky v bramborových hlízách s pozitivním vlivem v lidské výživě považuji:

1. Škrob, neboť má nejvyšší zastoupení v sušině hlíz, je dobře stravitelný, je dobrým zdrojem energie a vzhledem k delší době trávení poskytuje dlouhodobější pocit sytosti než jednoduché cukry.
2. Vláknu, která podporuje správné trávení a podílí se na ochraně nejen trávicí soustavy před širokým spektrem chorob (cukrovka, vysoký cholesterol, rakovina, hemoroidy).
3. Bílkoviny, jejichž biologická hodnota je vysoká. Ačkoliv jejich podíl v hlízách je malý, vzhledem ke zkonsumovanému množství brambor je jejich příjem značný.
4. Vitamin C, neboť při konzumaci 300 g brambor lze pokrýt jeho denní spotřebu až z 50 % a při pravidelné konzumaci dochází k vytvoření denní prahové antiskorbutické dávky.
5. Minerály, především draslík, jehož denní spotřeba může být pokryta až z 80 % při konzumaci 300 g brambor denně. Také řadí brambory mezi zásadité potraviny.
6. Antioxidanty, které pomáhají chránit lidské tělo před řadou chorob (rakovina, vysoký cholesterol, onemocnění koronárních cév, neurodegenerativní onemocnění, poruchy imunity).

Brambory však obsahují ve svých hlízách též látky s negativním vlivem na zdraví:

1. Steroidní glykoalkaloidy, které mohou v případě příjmu velkého množství vyvolat otravu, a kalysteginy.
2. Akrylamid vznikající při smažení a pečení je řazen mezi potenciální karcinogeny.
3. Těžké kovy, jako jsou arzen, rtuť, olovo a kadmium, a rezidua pesticidů.

5 Seznam literatury

- Archer, M. C., Tannenbaum, S. R. 1979. Vitamins. In: Tannenbaum, S. R. (ed.). Nutritional and Safety Aspects of Food Processing. M. Dekker. New York and Basel. p. 47–95. ISBN: 0824767233.
- Bárta, J., Bártová, V. 2007. Bílkoviny hlíz bramboru (*Solanum tuberosum L.*). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 116 s. ISBN: 9788073940362.
- 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. Series for Crop Sciences. 17 (1). 5–14.
- Buckenhüskes, H. J. 2005. Nutritionally relevant aspects of potatoes and potato constituents. In: Haverkort, A. J., Struik, P. C. (eds.). Potato in progress: science meets practice. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. p. 17–26. ISBN: 9076998841.
- Čepl, J. 2005. Brambory – zdravá potravina. Bramborářství. 13 (6). 20–21.
- Čepl, J. 2012. Historie a současnost. In: Kolektiv autorů. Máme rádi brambory. Ministerstvo zemědělství České republiky. Havlíčkův Brod. s. 9–10. ISBN: 9788074340604.
- Čepl, J., Čížek, M. 2012. Význam brambor pro výživu člověka. In: Kolektiv autorů. Máme rádi brambory. Ministerstvo zemědělství České republiky. Havlíčkův Brod. s. 11–26. ISBN: 9788074340604.
- Česká asociace ochrany rostlin. 2015. Riziko při používání nepovolených přípravků na ochranu rostlin. Úroda. 63 (5). 74–76.
- Čížek, M., Hamouz, K., Lachman, J. 2009. Složení hlíz bramboru z hlediska lidské výživy. In: Kolektiv autorů. Konzumní brambory na poli, zahradě a v kuchyni. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o. Havlíčkův Brod. s. 83–106. ISBN: 9788086940230.
- Diviš, J. 2008. Dusičnany v hlízách brambor. Úroda. 56 (1). 48–49.
- Dostálek, P. 2000. Brambory. Bulletin ekologického zemědělství. 18. PRO – BIO. Šumperk. 24 s.
- Dostálová, J. 2014. Luštěniny a jejich význam v lidské výživě. Výživa a potraviny. 69 (5). 114–116.
- Edwards, W. P. 2007. The Science of Bakery Products. The Royal Society of Chemistry Publishing. Cambridge. 259 p. ISBN: 9780854044863.

- Guziur, J., Schulzová, V., Hajlšová, J. 2000. Vliv lokality a způsobu pěstování na chemické složení hlíz brambor. *Bramborářství*. 8 (1). 6–7.
- Hamouz, K. et al. 2008. *Brambory – inovace a trendy v pěstování, nové pohledy na kvalitu*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 21 s. ISBN: 9788072711949.
- Hamouz, K., Pazderů, K., Lachman, J., Čepl, J., Kotíková, Z. 2016. Effect of cultivar, flesh colour, locality and year on carotenoid content in potato tubers. *Plant, Soil and Environment*. 62 (2). 86–91.
- Hamouz, K., Vokál, B., Lachman, J., Čepl, J. 2000. Vliv podmínek prostředí a způsobu pěstování na obsah redukcujících cukrů v hlízách brambor. *Rostlinná výroba*. 46 (1). 23–27.
- Holasová, M., Mašková, E. 2012. *Nutriční složení luštěnin, těstovin, rýže a brambor*. Výzkumný ústav potravinářský Praha. Praha. 9 s.
- Houba, M. et al. 2007. *Poznejte, pěstujte, použijte brambory*. Europlant šlechtitelská spol. s.r.o. Praha. 150 s. ISBN 97880239 94193.
- Hřebíčková, Š. 2009. Antioxidanty a volné radikály: rozdělení, jejich kapacita a aktivita. *Výživa a potraviny*. 64 (2). 30–32.
- Jůzl, M., Hlušek, J., Čepl, J., Elzner, P., Čížek, M. 2006. Zvyšování nutriční kvality brambor. *Bramborářství*. 14 (5). 8–9.
- Jůzl, M., Hlušek, J., Elzner, P. 2005. Možnosti zvýšení obsahu selenu v hlízách brambor. *Bramborářství*. 13 (4). 14–16.
- Kasal, P. 2015. Nové trendy v hnojení brambor dusíkatými hnojivy. *Úroda*. 63 (4). 97–99.
- Kasper, H. 2004. *Ernährungsmedizin und Diätetik*. Vydání 10. Elsevier. München. 634 s. ISBN: 3437420119.
- Kirkman, M. A. 2007. *Global Markets for Processed Potato Products*. In: Vreugdenhil, D. (ed.). *Potato Biology and Biotechnology*. Elsevier. London. p. 27–44. ISBN: 9780444510181.
- Kopec, K. 2010. *Zelenina ve výživě člověka*. Grada Publishing a.s. Praha. 159 s. ISBN: 9788024728452.
- Křišťufek, V., Diviš, J., Dostálková, I. 2001. Vliv podmínek pěstování na obsah polyfenolických látek ve slupkách brambor u odrůd různě citlivých ke strupovitosti. In: Míka, V., Kalač, P. (eds.) *Biologicky aktivní fenolické látky v zemědělských plodinách*. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Výzkumná stanice Jevíčko. Praha. s. 66–75. ISBN: 8086555089.

- Kudrna, V., Střelka, J. 1993. Nutriční hodnota brambor. Podnikejte s námi. Agrospoj. Listopad 93. 1–2.
- Kunová, V. 2011. Zdravá výživa. 2. přepracované vydání. Grada Publishing a.s. Praha. 140 s. ISBN: 9788024734330.
- Kvasnička, F., Ševčík, R. 2009. Antioxidanty potravin. Výživa a potraviny. 64 (5). 136–138.
- Lachman, J., Hamouz, K., Orsák, M. 2005. Červeně a modře zbarvené brambory - významný zdroj antioxidantů v lidské výživě. Chemické listy. 99. 474–482.
- Lachman, J., Hamouz, K., Orsák, M., Pivec, V. 2000. Hlízy brambor jako významný zdroj antioxidantů v lidské výživě. Rostlinná výroba. 46 (5). 231–236.
- Lachman, J., Pivec, V., Orsák, M. 2001. Polyfenolické sekundární metabolity jako přirozené obranné látky rostlin. In: Míča, V., Kalač, P. (eds.). Biologicky aktivní fenolické látky v zemědělských plodinách. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Výzkumná stanice Jevíčko. Praha. s. 52–65. ISBN: 8086555089.
- Laudová, I. 2002. AKRYLAMID – máme se bát? Výživa a potraviny. 57 (4). 104–105.
- Menza, V., Probart, C. 2013. Eating well for good health. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 340 p. ISBN: 9789251076101.
- Míča, B. 1974. Látkové složení brambor a tvorba kvality. In: Hruška, L. et al. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 46–56.
- Míča, B. 1988. Využití brambor a jejich produktů. In: Rybáček, V. et al. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s 11–32.
- Navarre, D. A., Shakya, R., Hellmann, H. 2016. Vitamins, Phytonutrients, and Minerals in Potato. In: Singh, J., Kaur, L. (eds.). Advances in Potato Chemistry and Technology. Vydání 2. Elsevier. London. p. 117–166. ISBN: 9780128000021.
- Nováková, E. 2010. Chléb a jeho vláknina. Potravinářská revue. 7 (1). 30–31.
- Odstrčil, J., Odstrčilová, M. 2006. Chemie potravin. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. Brno. 164 s. ISBN: 8070134356.
- Prugar, J. et al. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha. 327 s. ISBN: 9788086576282.
- Ramadan, M. F. 2016. Potato Lipids. In: Singh, J., Kaur, L. (eds.). Advances in Potato Chemistry and Technology. Vydání 2. Elsevier. London. p. 105–116. ISBN: 9780128000021.

- Rasocha, V. 1994. Látkové složení bramborových hlíz. In: Minx, L., Diviš, J. et al. Rostlinná výroba – III. (Okopaniny), skriptum. Agronomická fakulta VŠZ v Praze, katedra rostlinné výroby. Praha. s. 79–80. ISBN: 8021301546.
- Rop, O. 2000a. Vliv arzenu na chemické složení bramborové natě a hlíz. *Bramborářství*. 8 (4). 14–15.
- Rop, O. 2000b. Vliv kadmia na chemické složení bramborové natě a hlíz. *Bramborářství*. 8 (5). 2–3.
- Sissons, D. J., Telling, G. M. 1979. Agricultural Chemicals. In: Tannenbaum, S. R. (ed.). *Nutritional and Safety Aspects of Food Processing*. M. Dekker. New York and Basel. p. 296–367. ISBN: 0824767233
- Skřivan, P., Sluková, M. 2015. Pšenice v lidské výživě. *Potravinářská revue*. 12 (5). 13–15.
- Sova, Z. 1993. Cizorodé látky v potravním řetězci (4. část). *EKO – ekologie a společnost*. 4 (6). 14–17.
- Storey, M. 2007. The Harvested Crop. In: Vreugdenhil, D. (ed.). *Potato Biology and Biotechnology*. Elsevier. London. p. 441–470. ISBN: 9780444510181.
- Ševčík, R. et al. 2009. Vliv odrůdy brambor a kulinární úpravy na jejich antioxidační kapacitu. *Výživa a potraviny*. 64 (6). 161–163.
- Týř, O. 2010. Jak vidím chleba já. *Potravinářská revue*. 7 (1). 16–17.
- Van der Plas, L. H. W. 1987. Potato Tuber Storage: Biochemical and Physiological Changes. In: Bajaj, Y. P. S. (ed.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry 3. Potato*. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg. p. 109–135. ISBN: 3540179666.
- Velíšek, J. et al. 2002. *Chemie potravin 3. vydání 2. upravené*. OSSIS. Tábor. 343 s. ISBN: 808665902X.
- Vokál, B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press. Praha. 160 s. ISBN: 9788086726540.
- Vokál, B., Čepl, J., Hausvater, E., Rasocha, V. 2003. *Pěstujeme brambory*. Grada Publishing a.s. Praha. 103 s. ISBN: 8024705672.
- Waglay, A., Karboune, S. 2016. Potato Proteins: Functional Food Ingredients. In: Singh, J., Kaur, L. (eds.). *Advances in Potato Chemistry and Technology*. Vydání 2. Elsevier. London. p. 75–104. ISBN: 9780128000021.

World Health Organization. 1994. Safety and nutritional adequacy of irradiated food. Geneva. p. 161. ISBN: 9241561629.

Young, V. R., Scrimshaw, N. S. 1979. Human nutrient requirements and dietary allowances. In: Tannenbaum, S. R. (ed.). Nutritional and Safety Aspects of Food Processing. M. Dekker. New York and Basel. p. 7–46. ISBN: 0824767233.

Zrůst, J. 2005. Kalysteginy u bramboru. Bramborářství 13 (2). 14–15.

Zrůst, J., Přichystalová, V., Rejlková, M. 2000. Obsah glykoalkaloidů v hlízách odrůd bramboru registrovaných v ČR. Bramborářství. 8 (4). 11–13.

Žižka, J. 2015. Situační a výhledová zpráva Brambory. Ministerstvo zemědělství. Praha. 44 s. ISBN: 9788074342677.

Internetové zdroje

Rayman, M. P. The importance of selenium to human health. The Lancet [online]. 15. 7. 2000. 356 (9255). [cit. 2017-01-12]. Dostupné z <[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(00\)02490-9/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(00)02490-9/fulltext)

6 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Rozložení hlavních látek v hlíze

Obrázek 2 Kaše z hlíz se zbarvenou dužninou

Obrázek 3 Chipsy z barevných odrůd brambor

Tabulka 1 Obsah vybraných vitamínů v hlízách brambor

Tabulka 2 Obsah vybraných minerálních látek v bramborových hlízách

Tabulka 3 Zachování vitamínu C při vaření brambor

Tabulka 4 Nejvyšší přípustné množství zdraví škodlivých látek v hlízách konzumních brambor

Tabulka 5 Změny v obsahu dusičnanů po různé úpravě brambor - snížení přepočteno na sušinu

Tabulka 6 Obsah kalorií a tuku v jednotlivých výrobcích z brambor - hodnota pro jednu porci

Tabulka 7 Energetická hodnota výrobků z brambor v porovnání s jinými přílohami ve 100 g využitelného podílu potravin

Tabulka 8 Glykemický index vybraných příloh a luštěnin

Tabulka 9 Obsah hlavních živin (%) v ČR nejčastěji konzumovaných luštěnin

Tabulka 10 Biologická hodnota proteinů vybraných potravin

Tabulka 11 Nutriční hodnota čočky, hrachu, špaget, brambor a rýže ve 100 g a vařeném stavu