

Cizorodé látky v bramborách v závislosti na jejich kuchyňském zpracování

Radek Číž

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
Akademický rok: 2004/2005

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Radek Číž**
Studijní program: **B 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a hygiena výživy**
Téma práce: **Cizorodé látky v bramborách v závislosti na jejich kuchyňském zpracování**

Zásady pro vypracování:

- 1. popište současný stav týkající se výskytu cizorodých látek v potravinách**
- 2. zhodnoťte nejnovější poznatky týkající se příjmu cizorodých látek rostlinami a jejich rozložení v jednotlivých orgánech rostlin**
- 3. zpracujte otázky týkající se anatomického a chemického složení hlíz brambor**
- 4. uveďte nejčastější způsoby technologického a kuchyňského zpracování brambor a popište jakým způsobem se při nich mění stavba a chemismus hlízy**
- 5. navrhnete nejvhodnější způsoby technologického a kuchyňského zpracování hlíz brambor vzhledem k nežádoucímu výskytu cizorodých látek**

Seznam odborné literatury:

1. TŘEBICHA VSKÝ, J., HAVRDOVÁ, D., BLOHBERGER, M. Toxické kovy. NSO, Ing. Fratišek Nekvasil, 1998
2. VELÍŠEK, J. Chemie potravin I-III, 1. vyd., Tábor: OSSIS, 1999
3. HRABĚ, J., KOMÁR, A. Technologie, Zbožíznalství a hygiena potravin rostlinného původu. Vyškov: VVŠ PV, 2003
4. BENEŠ, S. Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí (II. část), MZ ČR, Praha, 1994
5. PROCHÁZKA, S. Fyziologie rostlin, 1. vyd., Praha: ACADEMIA, 1982

Odborné časopisy:

6. Bramborářství - časopis VÚB Havlíčkův Brod, roč. 1999-2004 ISSN 1211-2429
7. Rostlinná výroba - ÚZPI Praha, roč. 1999-2004, ISBN 80-7271-078-6
8. Journal of the Science of Food and Agriculture - roč. 1999-2004, ISSN 0002-5124
9. Úroda - roč. 1999-2004, ISSN 0139-6013

Vedoucí práce: **Ing. Otakar Rop, PhD., Ústav potravinářského inženýrství a chemie**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Otakaru Ropovi, PhD. za odborné vedení, rady a připomínky, které mi poskytoval při řešení této práce.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 18. 05. 2005

.....

podpis

ANOTACE

Tato práce je zaměřena na změny obsahu cizorodých látek v bramborách během jejich kuchyňských a technologických úprav. V první části práce se pojednává o výskytu cizorodých látek v potravinách (kontaminanty, potravinová aditiva, sekundárně vzniklé cizorodé látky) a jsou zde také uvedeny poznatky týkající se příjmu cizorodých látek rostlinami. Zde jsem se zabýval hlavně těžkými kovy (kadmium, nikl, arsen, berylium a dalšími).

Protože tato práce je zaměřena na cizorodé látky v bramborách, tak jsem nezapomněl opomenout chemické a anatomické složení hlíz brambor.

V závěrečné části práce jsem se věnoval vlivu technologického a kuchyňského zpracování brambor na cizorodé látky v nich obsažené. Zde jsem sledoval změny obsahů dusičnanů a glykoalkaloidů a také jsem zde zmínil barevné změny k nimž dochází během zpracování brambor.

SUMMARY

This essay deals about the changes of a capacity of inorganic substances in a potatoes during their kitchen and technological modification. In the first part I deal about the occurrence of the inorganic substances in a foodstuffs (contaminates, food bonuses, secondarily acrued inorganic substaces) and about the knowledges which are concerning intake of the inorganic substances of a plants, too. Here I am mainly occupy about the heavy metals (cadmium, nickel, arsenic, beryllium atc).

Because this essay is address for the inorganic substancies in a potatoes, I did not to forget omit the chemical and anatomy constitution of a tubers potatoes.

In the final part of this essay I deal about the effect of the technological and kitchen processing of potatoes on the inorganic substances which are contain in them . The essay watches changes of subject nitrates, glycoalkaloids and watches the colored alternations during processing a potatoes, too.

OBSAH

ÚVOD	8
1 CIZORODÉ LÁTKY V POTRAVINÁCH	9
1.1 Kontaminanty	9
1.1.1 Přírodní toxiny	9
1.1.2 Pesticidy	10
1.2 Potravinová aditiva	10
1.3 Sekundárně vzniklé cizorodé látky	11
2 PŮSOBNÍ CIZORODÝCH PRVKŮ V ROSTLINÁCH	11
2.1 Přehled cizorodých prvků a toxických sloučenin	13
2.1.1 Kadmium	13
2.1.2 Olovo	13
2.1.3 Rtuť	14
2.1.4 Hliník	15
2.1.5 Selen	15
2.1.6 Nikl	15
2.1.7 Berylium	16
2.1.8 Arsen	16
2.1.9 Chrom	17
2.1.10 Dusičnany	17
2.1.11 Glykoalkaloidy	17
2.2 Výskyt cizorodých prvků v bramborách	18
3 VLASTNOSTI BRAMBOROVÉ HLÍZY	20
3.1 Anatomická skladba bramborové hlízy	20
3.2 Chemické složení bramborové hlízy	20
4 ZMĚNY BĚHEM KUCHYŇSKÉHO ZPRACOVÁNÍ BRAMBOR	25
4.1 Barevné změny během zpracování brambor	25
4.2 Snížení obsahu dusičnanů v hlízách vlivem kuchařské úpravy a zpracování brambor	26
4.2.1 Rozdělení dusičnanů v syrových a vařených bramborách	26
4.2.2 Snížení obsahu dusičnanů kuchařskou úpravou	28
4.2.3 Snížení obsahu dusičnanů při průmyslovém zpracování brambor na lupínky a hranolky	29
4.3 Obsah glykoalkaloidů v hlízách brambor s rozdílnou úpravou	31
4.4 Akrylamidy	34

4.5 Změny obsahu těžkých kovů v hlízách brambor při kuchyňském zpracování	34
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH	42

ÚVOD

Brambory jsou dnes pro své mnohostranné použití významnou hospodářskou plodinou, z hlediska lidské výživy zauímají svým významem čtvrté místo za obilovinami pšenicí, rýží a kukuřicí. Slouží jako potravinová doplňková k dosažení fyziologicky vyvážené stravy. Význam je dán tím, že plní nejen funkci potravinu objemové, ale i sytící (sacharidická složka) a ochranné (vitaminy, minerální látky). Současná spotřeba brambor ke konzumním účelům činí u nás 75 – 80 kg na osobu a rok. Neméně zanedbatelnou funkci plní také brambory v průmyslu, a to zejména škrobárenském. [1]

Cílem mé práce bylo sledovat kvantitativní změny cizorodých látek v bramborách během jejich kuchyňského zpracování.

Kvalita brambor představuje určitý pojem daný souborem jakostních znaků – kriterií, které jsou vyžadovány od hlíz určených k určitému užití. Pro konkrétní užití jsou kladena i konkrétní měřítka. Problém kvality je problémem komplexním a skládat výslednou mozaiku je obtížné. Rozhodující jsou požadavky spotřebitele (osoby, provozu či výroby zpracovávající hlízy na výrobky).

Příčin, které vedou ke snížení kvality hlíz je celá řada, lze je obtížně seřadit podle závažnosti. Rámcově lze konstatovat, že kterýkoliv oslabený článek technologického procesu při pěstování, sklizni, posklizňové úpravě, skladování až po distribuci ke spotřebiteli může podstatně poškodit kvalitu brambor. Nekvalitními dodávkami je poškozen nejen přímo spotřebitel, ale dochází k vážným ekonomickým ztrátám i u výrobce.[2]

1 CIZORODÉ LÁTKY V POTRAVINÁCH

Kompletní monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích zajišťuje již od počátku devadesátých let ministerstvo zemědělství. Díky dlouhodobému sledování lze konstatovat, že se výskyt cizorodých látek v potravinách i jejich surovinách za posledních zhruba deset let snížil. Svědčí o tom i výsledky monitoringu za loňský rok. Na pracích spojených s monitoringem cizorodých látek se v loňském roce podílelo sedm různých kontrolních orgánů a výzkumných ústavů. Výsledky u potravin rostlinného původu by se daly shrnout následovně:

Pokud jde o chemické prvky, byly jejich hladiny v potravinách rostlinného původu na stejné úrovni, jako v uplynulých letech. Rezidua pesticidů se zjistila zejména v pšeničné mouce (21,3 % z posuzovaných vzorků), jablkách (17,6 %), chlebu (11,1 %). Z dovážených komodit se nejvíce pesticidů prokázalo u citrusů (73,7 % vzorků). Poměrně často byly tyto látky nalezeny také u koření (68,2 %), čaje (50,0 %) a kaka (36,8 %). Pokud jde o ostatní cizorodé látky, zjistily se loni v sedmi případech ve vzorcích olejů nadlimitní hodnoty obsahu polyaromatických uhlovodíků a v jednom případě překročila limit koncentrace těchto látek ve víně. V rámci monitoringu nebyly zaznamenány nadlimitní hodnoty obsahu mykotoxinů. [3]

Cizorodé látky v potravinách jsou podle Richterové (1999) rozděleny do tří skupin:

- kontaminanty
- potravinová aditiva
- sekundárně vzniklé cizorodé látky

1.1 Kontaminanty

Jedná se o znečišťující látky, které se do potravin dostávají nahodile.

Patří sem:

1.1.1 Přírodní toxiny

Jsou obsaženy nejčastěji v rostlinách, méně pak v živočišných tkáních. Tyto látky většinou fungují jako strumigeny, karcinogeny a mutageny. Např. kyanovodík, který je obsažen v jádrech meruněk, v některých luštěninách, dále solanin, který se vyskytuje

v klíčcích nebo nezralých bramborách, a saponiny, které se vyskytují ve špenátu a sóji.

1.1.2 Pesticidy

Jsou to biologicky aktivní látky, které brání působení nejrůznějších škodlivých činitelů a snižují jejich účinnost. Většinou přímo zasahují do metabolismu živých systémů.

Rozdělení pesticidů:

-**baktericidy** – jsou zaměřeny na ničení bakterií, jde v podstatě o antibiotika, např. **penicilin**,

-**fungicidy** – proti houbám, různé druhy antimykotik,

-**herbicidy** – proti plevelům, např. **Travex**, blokuje hemoglobin, při požití může následně dojít k selhání funkce ledvin, dále například různé **deriváty fenoxo-octové kyseliny**, při požití dochází ke ztuhlosti pohybového ústrojí, pocitu žízně, ochrnutí respiračního systému, následné udušení,

-**insekticidy** – proti hmyzu, halogen-uhlovodíky, mají vliv na nervovou soustavu, při požití dochází k poškození jater, vznik dermatóz, dále **organofosfáty** např. paration, fosfanion, jsou velmi jedovaté, při požití dochází k ochrnutí nervové soustavy,

-**akaracidy** – proti roztočům,

-**neumaticidy** – proti červům, jde o antihelmetika (z chem. hlediska se jedná o sloučeniny antimonu),

-**moluskicidy** – proti hlemýžďům a měkkýšům,

-**rhodenticidy** – proti hlodavcům, např. **kumariny**, mají vliv na nervový systém hlodavců. [4]

1.2 Potravinová aditiva

Potravinová aditiva se přidávají do potravin, aby se co nejlépe prodávaly (komerční účel). Patří sem látky prodlužující trvanlivost výrobků, např. při výrobě vína, zpracování masa, výroba sirupů, hořčice, mléka. Dále to jsou různá barviva ovlivňující vzhled potravin, aromatické látky na změnu vůně, látky měnící fyzikální vlastnosti výrobků (barva, vzhled). [4]

1.3 Sekundárně vzniklé cizorodé látky

Tyto látky vznikají nežádoucími reakcemi v potravinách díky špatnému skladování, mohou také vzniknout následujícími procesy:

- plesnivěním (prorůstání potravin různými druhy plísní)
- hnitím (anaerobní rozklad bakteriemi)
- tlením (aerobní rozklad)
- kvasnými procesy (kvašení, výroby ethanolu, vína, octa, kvasné procesy jsou někdy žádoucí někdy nikoliv). [4]

2 PŮSOBNÍ CIZORODÝCH PRVKŮ V ROSTLINÁCH

Plynné, kapalné i pevné složky prostředí, ve kterém v přírodě rostliny rostou, jsou velmi pestrá směs desítek chemických sloučenin, z nichž některé mohou mít inhibiční až toxické účinky. Z plynů je pro rostliny nejvíce nebezpečný oxid siřičitý a ozon, v půdě pak ionty těžkých kovů a aromatické organické látky. [5]

Cizorodé prvky nemají v metabolismu rostlin kladně významnou funkci. Naopak v celé řadě fyziologických a biochemických procesů se projevují toxicky. Příjem těchto prvků rostlinami, případně jejich akumulace je závislá na hodnotě pH, na množství a charakteru organické hmoty, a na množství a formě prvku. K tomu se přidávají charakter porostu (druh, odrůda, stáří, intenzita růstu, část rostliny) a také množství srážek. Například s poklesem pH do kyselé oblasti stoupá mobilita všech prvků. Výrazný vliv na mobilitu má také obsah humusových látek v půdě, protože většina kovů je organickou hmotou vázána a tím se snižuje jejich pohyblivost. [6]

Toxicita jednotlivých kovů je velmi závislá i od chemických forem, ve kterých se vyskytují v prostředí. Pro rostliny jsou nejtoxičtější rozpustné sloučeniny těžkých kovů, které jsou nepohyblivější. Toxický pro rostlinu bude také ten prvek, který je pro rostlinu potenciálně dostupný v závislosti od způsobu obhospodařování půdy a celkové aktivity člověka v dané lokalitě. [7]

Velmi významné ve výživě rostlin jsou také vzájemné interakce cizorodých prvků, které jsou pro rostlinu stejně významné jako deficit nebo toxicita. Vzájemné vztahy mezi prvky mohou být antagonistické nebo synergické a jejich nevyvážené reakce mohou vést ke

stresům u rostlin. Pro praktické využití je nejdůležitější antagonistické působení Ca a P na tak nebezpečné toxické prvky pro zdraví člověka jako jsou Be, Cd, Pb a Ni . [8]

Hnojení fosforem může mít za následek vytěsnění a tím i zvýšení pohyblivosti arsenu a molybdenu. Také může docházet ke snížení pohyblivosti chrómu a rtuti v důsledku jejich vazby na fosforečnany. [9]

Toxické účinky některých cizorodých prvků a jejich sloučenin v živých organismech jsou dány převážně reakcí jejich iontu se skupinou SH-biomolekul bílkoviny s následnou změnou permeability buněčných membrán a poškozením nitrobuněčných enzymů. [10]

Jedním z prvních příznaků toxického působení těžkých kovů je zpomalení růstu primárního kořene rostliny. V kořenech také dochází k jejich největšímu hromadění. Část toxických iontů je přesto transportována i do nadzemních orgánů, kde nejvíce ovlivňuje fyziologické procesy v listech, v první řadě fotosyntézu. [5]

Cizorodé prvky, které se dostanou do rostlinné tkáně, sehrávají důležitou úlohu v metabolických procesech, ale mohou se také hromadit ve formě neaktivních sloučenin v buňkách a na buněčných membránách. V každém případě chemické složení rostlin se může měnit, aniž by se objevily zjevné příznaky poškození. [11]

Rostliny jsou schopné inaktivovat těžké kovy pomocí specifických sloučenin, tzv. fytochelatinů. Tyto sloučeniny vznikají v rostlinách až po vniknutí iontu kovu do buňky. Toxické kovy jsou vázány do chelátových komplexů a v této formě jsou transportovány do vakuol, kde jsou i po uvolnění z fytochelatinu inaktivní, což je způsobeno vysokou koncentrací organických kyselin. [5]

U každé rostliny je vliv a působení cizorodých látek na její vývoj individuální a odlišný. Významnou roli při hodnocení fytotoxicity zaujímá rozdílná tolerance rostlinných druhů. V lesních, agrárních i vodních ekosystémech se běžně můžeme setkat s rostlinnými druhy, které na výskyt cizorodých látek reagují velmi citlivě, v tomto případě pak mluvíme o tzv. bioindikátorech. Například ministerstvo zemědělství ČR provádí monitoring těžkých kovů v jedlých houbách a mechových porostech od roku 1994. [10]

Nížší rostliny jako lišejníky, prokazují zvláště vysoký stupeň adaptace k toxickým koncentracím některých prvků. Vyšší rostliny jsou k vyšším koncentracím méně přizpůsobivé, přesto však některé z nich mohou tyto prvky akumulovat a vegetovat i na půdách vysoce kontaminovaných. [8]

V lokalitách, kde jsou půdy s vysokým obsahem těžkých kovů mají rostliny většinou také jejich vyšší obsah. Vzhledem k nižší citlivosti k působení přebytku těžkých kovů jsou potom tyto rostliny perspektivní pro ozeleňování průmyslově znečištěných oblastí. [8]

2.1 Přehled cizorodých prvků a toxických sloučenin

2.1.1 Kadmium

Kadmium rostlina přijímá převážně jako kationt Cd^{2+} a to buď z půdy, nebo atmosféry. Příjem z půdy převládá až při vysokém obsahu Cd v půdě a při kyselém pH. Pohyb Cd z kořenů do nadzemních částí je omezený. Lze ho snížit fosforečnou výživou, kde se předpokládá interakce Cd s P. V nízkých koncentracích je Cd běžnou součástí všech rostlinných tkání a hromadí se pravděpodobně v proteinové frakci rostlin. Dosud neznáme enzymy jejichž činnost by byla přítomností Cd ovlivněna. Bylo však prokázáno, že Cd vede k syntéze cysteinu a methioninu v sóji, přičemž jeho účinnost závisí na citlivosti rostlin k tomuto prvku. Rostliny se vyznačují odlišnou citlivostí vůči Cd. Za citlivé rostliny ke Cd se považují: špenát, sója, kořenové zeleniny. Mezi skupinu odolných rostlin řadíme plodové zeleniny, brambory, tabák, kukuřici. Obecně vegetativní části rostlin obsahují větší množství Cd než semena a plody. Kadmium je pro živočišný organismus vysoce toxický prvek, který se dostává do organismu cestou inhalační i alimentární. Negativně ovlivňuje metabolismus vápníku, porušuje činnost ledvin, vede ke vzniku plicního emfyzému a kardiovaskulárním poruchám. Kadmium se ukládá v játrech, ledvinách a slezině. [20]

Průměrné obsahy kadmia u neoloupaných bramborových hlíz jsou $0,032 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Kadmium je v hlíze rozmístěno téměř rovnoměrně, přičemž mírně zvýšený obsah se nachází ve slupce. Brambory jsou považovány za rostlinu tolerantní i k vyšším obsahům Cd. Nejvyšší přípustné množství pro obsah kadmia v bramborových hlízách je podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 305/2004 Sb. na úrovni $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. [21]

2.1.2 Olovo

V přirozených podmínkách je olovo přítomno ve všech rostlinách. Jeho běžný obsah je $2 - 3 \text{ mg Pb.kg}^{-1}$. Olovo rostlina přijímá pasivně a příjem je ovlivňován pH a teplotou. Z půdního roztoku jsou rostliny schopné přijímat olovo ve značných množstvích, ale

v rostlinách je pevně vázáno a není pohyblivé. U některých rostlin celkový příjem olova z atmosféry dosahuje až 80 % (trávy). Malá pohyblivost olova je vysvětlována jeho ukládáním ve formě pyrofosforečnanu v buněčných stěnách. V malých koncentracích působí soli olova, zejména $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, stimulačně na růst. Při vyšších hodnotách dochází k interakcím s ostatními prvky, které vedou k narušení metabolismu vápníku, inhibují enzymatické systémy, snižují příjem CO_2 , působí na buněčné dělení, omezují příjem vody. U některých rostlin nedochází k poruchám růstu i když obsah olova je značný. Při vysokých obsazích olova vznikají u rostlin chlorózy, přičemž pletiva kolem nervatury listů zůstávají zelená, později se zbarvují žlutozeleně a listy jsou zakrnělé. Zvýšený obsah olova bývá způsoben jeho ukládáním na povrchu rostlin. Umytím ovoce a plodů lze obsah olova snížit až o 30 – 80 %. U obilovin olovo v půdě neovlivňuje jeho obsah v zrna, ale ve slámě dochází k podstatnému zvýšení jeho hladiny. Zvýšený obsah olova v rostlinách (brambory, špenát, salát) snižuje výnos až o 20 %. V bezprostřední blízkosti komunikací může obsah olova dosáhnout 100 – 500 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Nejcitlivější na kumulaci olova je zelenina listová. U živočichů se olovo kumuluje zejména v kostech, dále v játrech a ledvinách. Narušuje intermediární metabolismus, inhibuje výměnu sacharidů v nervové tkáni aj. Otrava se projevuje nervovými poruchami, poruchami trávicího ústrojí a v konečné fázi dochází k ochrnutí pánevních končetin. Olovo má rovněž mutagenní účinky. [20]

2.1.3 Rtut'

Rostliny přijímají rtuť snadno. Rtuť přijatá z půdy je kumulována v kořenech a může být translokována do nadzemních částí. Obsah tohoto prvku v rostlinách je málo závislý na jeho hladině v půdě, ale je přímo úměrný jeho obsahu ve vzduchu, protože rostliny přijímají rtuť hlavně ve formě páry z ovzduší. V rostlině může být rtuť snadno přemísťována do různých tkání. Intenzivně se váže s atomy síry v aminokyselinách, bílkovinách a enzymech. Rtuť omezuje růst rostliny, vývin kořenů a fotosyntézu. Ke kontaminaci prostředí tímto prvkem dochází v okolí závodů zpracovávajících těžké kovy, chemického průmyslu, při používání Hg preparátů (fungicidů). Rtuť u člověka postihuje především nervový systém a dostavují se duševní deprese. Doporučuje se maximální týdenní příjem Hg v množství 0,3 mg na osobu, z toho nesmí být více než 0,2 mg metylrtuti. Při otravách rtutí dochází k vypadávání zubů a poruchám ledvin. Rtuť silně

kumulují mrkev, salát, houby, jablka, zelí a fazole. Naopak ji nekumulují rajčata, okurky a řepa. [20]

2.1.4 Hliník

Hliník sice není v periodické soustavě prvků řazen mezi těžké kovy, ale jeho chování v půdě a účinek na rostliny vykazuje typické znaky působení těžkých kovů. Toxicita hliníku je faktor, který nejvíce limituje růst a produktivitu rostlin na kyselých půdách, jichž je na Zemi přes 40 % veškeré orné půdy. Hliník silně inhibuje růst kořenů. Za primární místo jeho účinku se považuje kořenový apex, tedy malý úsek kořenové špičky. Zdá se však, že také v oblasti starších pletiv kořene jsou negativní účinky hliníku patrné. Pokud se týče vlastního mechanismu škodlivých účinků, znalosti jsou velmi nedostatečné. Ionty $\text{Al}^{\text{III}+}$ se mohou vázat již v buněčné stěně, kde se předpokládá jejich toxický vliv, například působením na přenašeče iontů nebo na procesy spojené s příjmem a přenosem signálů na plasmalemě. Kromě toho však ionty $\text{Al}^{\text{III}+}$ poměrně rychle pronikají plasmalemou, takže mohou působit na řadu cytoplazmatických struktur. Jedna z hypotéz předpokládá inhibici přenosu $\text{Ca}^{\text{II}+}$ nebo také K^+ do cytozolu. [5]

2.1.5 Selen

Přijatelnost selenu rostlinami je závislá na pH a teplotě. Selen v malých dávkách stimuluje růst rostlin, ve vysokých působí toxicky. Nejvíce se selen ukládá ve vegetačním vrcholu, pak v semenech a v kořenech. Z biochemického hlediska se selen chová podobně jako síra. V rostlinách byla stanovena řada organických sloučenin, obsahujících selen. Z aminokyselin je to zvláště cystin, který váže selen na selenocystin a tak selen může vstupovat do řady metabolických procesů. Toxicita selenu byla zjištěna u cibulovin. Zvýšený obsah selenu v rostlině snížil obsah N, P, S a synergicky působil na příjem Mn, Sn, Cu, Fe, a Cd. [20]

2.1.6 Nikl

Důkazy o jednoznačné nezbytnosti tohoto prvku pro rostliny chybí, avšak řada prací zdůrazňuje jeho pozitivní působení na růst rostlin. Obsah niklu se v rostlinách pohybuje v rozmezí od 0,1 – 5 ppm na sušinu. Fytotoxické koncentrace dosahují hodnot 10 – 100 mg.kg^{-1} sušiny. Jeho vysoký obsah omezuje růst rostlin a potlačuje fotosyntézu a transpiraci. Příjem niklu kořeny a jeho transport do nadzemních částí rostlin je bržděn

$\text{Cu}^{\text{II}+}$ a $\text{Zn}^{\text{II}+}$. Toxicita niklu je více vysvětlována poměrem $\text{Ni} : \text{Fe}$ v rostlinách než jeho absolutní koncentrací. Mezi rostliny, které kumulují nikl patří: jahody, maliny, angrešt a většina semen. [20]

Z potravin jsou bohatšími zdroji niklu kakao, sója, ovesná mouka, lískové oříšky, mandle a luštěniny. Zatím je známo, že inhalované soli niklu mají u lidí karcinogenní účinek, že někteří lidé trpí kontaktní alergií na nikl, ale není dostatek údajů pro stanovení limitní dávky niklu při orálním příjmu. U alergických osob může dávka 490 $\mu\text{g}/\text{den}$ vyvolat zarudlý ekzém na ruku.

Příjem niklu stravou kolísá mezi 80 až 150 $\mu\text{g}/\text{den}$, ale při určité skladbě stravy může dosáhnout až 900 $\mu\text{g}/\text{den}$. V kombinaci s příjmem niklu z vody, příp. z kuchyňského náčiní, je to nadměrné množství. [12]

2.1.7 Berylium

Rostliny ho jsou schopny přijímat z přijatelných forem. V přirozených podmínkách se jeho koncentrace pohybuje v rozpětí 0,001 – 0,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny. Některé druhy vikkovitých a brukvovitých mají výraznou schopnost kumulovat Be v kořenech. U salátu byl naopak zjištěn jeho vysoký obsah v listech (0,033 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suché hmoty) a u rajčat v plodech. Mechanismus příjmu Be je podobný jako u $\text{Ca}^{\text{II}+}$ a $\text{Mg}^{\text{II}+}$. Mezi těmito prvky existují antagonistické vztahy a Be může nahradit $\text{Mg}^{\text{II}+}$ u některých rostlin. Toxické koncentrace představují obsahy 10 – 150 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny. Již nižší obsahy Be v živném roztoku brzdí klíčení a inhibují příjem Ca a Mg kořeny. [20]

Průměrný obsah berylia v bramborových hlízách je 0,001 - 0,003 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. Berylium je v bramborové hlíze rozmístěno poměrně rovnoměrně s výjimkou slupky, kde se nachází 7x více Be než v ostatním pletivu. [21]

2.1.8 Arsen

Arsen je součástí mnoha rostlin a jeho obsah se v přirozených podmínkách pohybuje od 0,09 – 1,5 ppm na sušinu. V rostlině je poměrně mobilní a byl zjištěn i v zrnu ječmene. Nejvyšší obsahy byly nalezeny u listových zelenin a nízké u ovoce. Toxicita se projevuje u rostlin rostoucích na haldách rudných dolů nebo při používání kontaminovaných odpadních vod k závlaze. První příznaky jsou vadnutí listů, fialové zbarvení, plasmolýza buněk. Nejčastější příznaky toxicity jsou zpomalení růstu a snížení výnosu. Toxicitu arsenu lze zmírnit aplikací síry. Rovněž dobrá výživa rostlin fosforem snižuje toxicitu.

K otravám arsenem dochází nejčastěji v oblastech spadu elektrárenských exhalátů. Projevuje se těžkými průjmy a nervovými poruchami. [20]

Průměrné obsahy arsenu u neoloupaných bramborových hlíz jsou $0,0095 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. V bramborových hlízách, které jsou pěstovány v přirozených podmínkách, nepředstavuje arsen žádnou hrozbu pro zdraví člověka. V kontaminovaných půdách však může obsah As nebezpečně stoupat. Nejvyšší přípustné množství pro obsah arsenu v bramborových hlízách je podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty. [21]

2.1.9 Chrom

Koncentrace Cr je závislá na obsahu jeho rozpustných sloučenin v půdách. Nejvíce Cr se kumuluje v kořenech, méně listech a stoncích. Nejnížší obsahy byly zjištěny v zrně. Rostliny přijímají chrom ve formě iontu $\text{Cr}^{\text{VI}+}$, který je však v prostředí málo stabilní. Chróm stimuluje vývoj rostlin a kladně působí na metabolismus cukrů. Toxicita Cr závisí na stupni oxidace a přístupnosti přijatelných forem Cr. Aplikace Cr_2O_7 snížila intenzitu růstu o 25% a stejná koncentrace v $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ růst rostlin neovlivnila. Toxické pro člověka jsou ionty $\text{Cr}^{\text{VI}+}$. Jejich účinek je vysvětlován změnou hemoglobinu na methemoglobin. Chróm silně kumulují: mrkev, brambory, okurky, kukuřice. Naopak téměř ho nekumulují: zelí, cibule, jablka. [20]

2.1.10 Dusičnany

Jsou to chemicky soli kyseliny dusičné a tvoří přirozenou součást rostlinné i živočišné hmoty (produkty metabolismu). Při běžných koncentracích nepůsobí škodlivě.

Dusitany jsou chemicky soli kyseliny dusité. Dusičnany se v těle mohou chemicky přeměnit na dusitany a ty pak dále na nitrosaminy (organické látky obsahující ve své molekule dusík) s karcinogenními účinky. [30]

2.1.11 Glykoalkaloidy

Jako alkaloidy označujeme všeobecně organické dusíkaté báze. V rostlinách jsou obvykle vázány jako soli organických kyselin (kyseliny šťavelové, octové, mléčné, jablečné, vinné, citronové, mekonové apod.); jen málo alkaloidů je přítomno v rostlinách jako volné báze. Většina alkaloidů jsou látky pevné, bezbarvé, bez zápachu, při vyšších teplotách a za obvyčejného tlaku se obvykle rozkládají. Přírodní

alkaloidy jsou často opticky aktivní. Pouze některé alkaloidy se rozpouštějí snadno ve vodě; jsou však zpravidla dobře rozpustné v alkoholu, chloroformu, etheru a ve směsi chloroformu s etherem. Alkaloidy se nalézají v různých orgánech rostlin (kořeny, plody, semena a pod.). U rostlin výtrusných a u hub se alkaloidy vyskytují zřídka. Často se vyskytuje v jedné rostlině více alkaloidů, jež jsou mezi sebou vždy chemicky příbuzné. Kolísání obsahu alkaloidů u jednotlivých alkaloidních rostlin je překvapivě veliké. Poněvadž se alkaloidy chemicky navzájem velmi liší, je i jejich farmakologický a toxický účinek různý. [31]

2.2 Výskyt cizorodých prvků v bramborách

Za cizorodé prvky označujeme takové, které nemají v metabolismu rostlin kladně významnou funkci. Naopak představují pro většinu rostlin stresový faktor a cestou potravního řetězce nebezpečí pro živočišný organismus. Z hygienického hlediska je rozhodující, zda se kumulují v částech, které jsou využívány ke konzumaci. Úroveň výnosů a zdravotní nezávadnost plodin je ovlivňována více faktory, ke kterým patří zejména půdní vlastnosti, hnojení statkovými a průmyslovými hnojivy a obsah cizorodých prvků v nich. Výskyt cizorodých prvků v půdách je až na výjimky nepatrný a je výsledkem zvětrávacích procesů. Do těchto procesů však vstupuje antropogenní činnost, kde důležitou roli hrají imise, které v blízkosti průmyslových center mohou negativně ovlivňovat kvalitu a výnos rostlin. V některých lokalitách může být často obtížné vypěstovat některé citlivé druhy tak, abychom získali produkty s obsahem pod hranicí hygienické normy.

Brambory patří k plodinám, které jsou vůči zvýšenému obsahu cizorodých látek v půdě a atmosféře odolné. Při hodnocení negativních dopadů kontaminace prostředí na výnos je však třeba vycházet z toho, že výnos není rozhodujícím kritériem. Za daleko důležitější ukazatel jakosti je třeba považovat koncentrace cizorodých prvků v orgánech rostlin, které v částech určených pro konzum nesmí překračovat limity platných hygienických směrnic. Při vysokém obsahu cizorodých prvků v prostředí dochází u brambor k jejich intenzivní kumulaci v jednotlivých orgánech. Potěšitelný je fakt, že se tyto látky hromadí až 30x více v nadzemních částech. Nejméně se potom ukládají v bramborových hlízách, tedy v konzumních orgánech. [13]

Koncentrace cizorodých prvků v bramborových hlízách závisí kromě jejich obsahu v půdě a prostředí také na obsahu dalších látek. Nižší příjem škodlivin byl zaznamenán na půdách s vysokým obsahem organické hmoty, kde dochází k vazbám na humus. U brambor hnojených chloridovými formami draselných hnojiv byl zjištěn vyšší příjem zejména kadmia. I z tohoto důvodu se doporučuje používání hnojiv se síranovou formou. Podobně zvýšeným hnojením dusíkem (především amonnou formou) je stimulován příjem cizorodých látek.

Pokud jsou půdy nadměrně kontaminovány některým cizorodým prvkem, může tento způsobovat snížený či zvýšený příjem jiných živin nebo jiných cizorodých prvků. Také může dojít k translokaci látek v hlízách a nadzemních částech. Velmi výrazně takto mohou působit zejména kadmium, arsen, olovo a berylium.

Zvýšené množství kadmia v prostředí a rostlinách brambor zvyšuje obsah manganu a železa v hlízách. Obsah železa naopak klesá v nadzemních částech.

Arsen obecně snižuje obsah jiných těžkých kovů v hlízách (zejména kadmia, ale také železa), avšak v nati a listech obsah kadmia velmi výrazně vzrůstá. Stejně tak se v nati a listech ve zvýšené míře kumulují některé makroživiny – dusík, fosfor a hořčík. Zajímavostí je, že v nadzemních orgánech se podobně jako v hlízách snižuje obsah železa. Nižší je zde také obsah niklu.

Olovo působí silně antagonisticky na příjem dusíku v hlízách, nati i listech. Naopak podporován je příjem draslíku a jeho ukládání v hlízách. Vyšší množství olova v rostlinách brambor způsobuje zvýšenou kumulaci hořčíku a vápníku v nadzemních orgánech na úkor hlíz. [13]

Velmi zajímavé je působení berylia. To na kontaminovaných půdách stimuluje ukládání dalších cizorodých prvků, ale i makroživin v nadzemních a podzemních orgánech. V hlízách je to nejpatrnější u železa, kadmia a manganu, v nati a listech u dusíku, hořčíku a kadmia. Jedinou výjimkou je hořčík v hlízách, jehož obsah zde výrazně klesá.

I když brambory patří ve vztahu k cizorodým prvkům k rostlinám odolným, jejich pěstování na kontaminovaných půdách s sebou přináší rizika zvýšeného obsahu cizorodých prvků v rostlinách. Stejně tak se může měnit chemické složení i u jiných obsažených látek. Proto je třeba hledat cesty, jak tyto prvky v půdě imobilizovat a omezit tak jejich příjem a ukládání v hospodářsky významných orgánech. V následujících tabulkách jsou uvedeny průměrné obsahy živin v nadzemních částech rostlin brambor (Tab. I), dále pak průměrný obsah živin v bramborových hlízách (Tab. II). Tyto tabulky

jsou uvedeny v příloze. V příloze je rovněž uveden průměrný obsah cizorodých prvků v nadzemní části rostlin brambor (Tab. III) a také průměrný obsah cizorodých prvků v hlízách brambor (Tab. IV).

3 VLASTNOSTI BRAMBOROVÉ HLÍZY

3.1 Anatomická skladba bramborové hlízy

Bramborová hlíza je zkrácený ztlustlý metamorfovaný stonek, v němž rostlina shromažďuje zásobní látky. Na hlíze rozeznáváme část pupkovou, která souvisí se stolonem, protilehlá část hlízy se nazývá korunková. Vnější obal tvoří slupka (periderm), skládající se z zkorkovatělých buněk. Je 0,15 mm tlustá. Má ochraňovat hlízy před ztrátou vlhkosti a před infekcí plísní. Zkorkovatělé buňky dávají slupce hnědé zabarvení. V této vrstvě se při poranění tvoří suberin za přítomnosti vzdušného kyslíku a nasycených mastných kyselin. Pak následuje korová vrstva, která má dvě zóny. Zóna ležící hned pod peridermem, asi 2 mm silná, je tvořena malými buňkami chudými na škrob, ale bohatými na bílkoviny. Druhou navazující zónu, sahající až k cévním svazkům, tvoří parenchymální buňky bohaté na škrob. Další je vrstva cévních svazků, na řezu hlízy zřetelně patrná jako prstenec. Je tvořena vnějším lýkem (floémem), jímž jsou vedeny organické látky a xylémem jenž zajišťuje vodní transport a vnitřním floémem. Na cévní svazky navazuje vnější dřev s velkými vodnatými buňkami. Vnitřní dřev je patrná jako tmavé jádro. Dřev je tvořena 0,1 – 0,2 mm velkými parenchymálními buňkami. Buněčná stěna je na vnitřní straně tvořena hlavně celulosou a na vnější straně jsou uloženy pektiny, hemicelulosa a proteiny. [1]

3.2 Chemické složení bramborové hlízy

Chemické složení bramborové hlízy je velmi pestré. Je to vysvětlitelné tím, že obsah jednotlivých složek není stálý, ale mění se řadou faktorů, z nichž je třeba uvést zejména odrůdu, půdně klimatické poměry, hnojení, pěstební agrotechniku, stupeň zralosti při sklizni, podmínky skladování apod. Mezi základní látky bramborové hlízy patří voda, škrob, cukry, dusíkaté látky, vláknina, tuk a minerální látky. Kromě toho obsahují ještě brambory další důležité složky, které ovlivňují jejich chuť, nutriční a biologickou hodnotu. Zde patří především vitaminy, alkaloidy, organické kyseliny a polyfenoly. Jednotlivé složky nejsou v hlíze rovnoměrně rozloženy. Popeloviny, tuky, organické

kyseliny, alkaloidy se nacházejí hlavně v korové vrstvě, vláknina ve slupce, cukry v oblasti cévních svazků, N – látky pod slupkou, škrob po obou stranách cévních svazků.
[1]

Tabulka V. Složení bramborové hlízy podle Kronera (1971)

	prům. %	rozpětí %
Voda	76,3	63,2 – 86,9
Sušina	23,7	13,1 – 36,8
Škrob	17,5	8,0 – 29,4
N - látky	2,0	0,7 – 4,6
Cukry celkem	0,5	stopy – 8,0
Vláknina	0,7	0,2 – 3,5
Tuk	0,1	0,04 – 0,96
Minerální látky	1,1	0,4 - 1,9
Org. kyseliny	2	1,4 – 2,9

Voda zaujímá v bramborové hlíze největší podíl (zhruba 76% hmotnosti) a plní v rostlině významné funkce – biosyntézu organických sloučenin, dopravu asimilátů a metabolitů a také zastává funkci teplotního regulátoru.

Sušina hlízy, jejíž obsah je ve hlíze v průměru okolo 24%, je tvořena ze 70% škrobem, 9,5 % tvoří dusíkaté látky, 1 % tuk, 3 % cukry, 2,5 % organické kyseliny, 2,5 % minerální látky, 11 % připadá na balastní látky a 0,5 % tvoří vitaminy a ostatní látky. Tvorbu sušiny a škrobu příznivě ovlivňuje sluneční svit.

Škrob je nejvýznamnější složkou hlízy, v níž rostlina ukládá zásobu potenciální energie. Brambory obsahují v průměru 17 % škrobu a jeho množství kolísá v našich poměrech od 13 do 24 % podle odrůdy, klimatických podmínek a agrotechniky. Škrobová zrna se nacházejí hlavně v parenchymu po obou stranách kambiálního prstence, mají elipsovité tvar a rozličnou velikost 15 – 100 µm. Nejvíce škrobu obsahují zpravidla středně velké hlízy. Obsah škrobu a velikost škrobových zrn mají značný význam při průmyslovém

zpracování brambor. Při zpracování na potravinářské výrobky vyšší obsah škrobu snižuje náklady na sušení a spotřebu oleje při smažení.

Jednodušší cukry ve vyzrálých a dobře skladovaných hlízách se sice nacházejí v malém množství (kolem 0,5 %), ale mají velký význam při zpracování brambor. Cukry syntetizované v listech jsou ve formě sacharosy transportovány do hlíz. Obsah cukrů výrazně ovlivňuje teplota skladování brambor, pod 10°C stoupá podíl redukujících cukrů i sacharosy. Obsah cukrů má velký význam u potravinářských výrobků z brambor, kde nepříznivě ovlivňuje barvu, chuť i skladovatelnost výrobků. Podílí se na tom Maillardova reakce, při níž redukující cukry reagují za tepla s aminokyselinami s α -aminoskupinou za vzniku hnědých meziproductů, jež přecházejí v tmavé polymerizované nerozpustné melanoidiny.

Neškrbové polysacharidy, které tvoří hlavně buněčné stěny a intercelulární součásti označované jako hrubá vláknina, jsou tvořeny celulosou, hemicelulosou, pentozany a pektinovými látkami. Jejich množství je uváděno 1,40 – 3,06 % v sušině brambor. Podíl celulosy činí asi 10 – 20 %, podíl hemicelulosy obsahující uronovou kyselinu vázanou s pentozany je menší. U pentozanů se uvádí 5,5 – 8,5 % z celkových neškrbových polysacharidů.

Pektinové látky je možno rozdělit na menší podíl rozpustných (do 10 %) a větší podíl (70 – 80%) silně polymerizovaný tzv. protopektin, který se nachází v buněčných stěnách. V průběhu zrání hlízy protopektin stoupá, při skladování jeho množství klesá, s čímž souvisí rozvářivost hlíz.

Dusíkaté látky, kterých brambory obsahují okolo 2 % jsou pro výživu lidí a zvířat velmi významné. Na bílkoviny připadá asi 30 – 50 % z celkového obsahu N-látek, z nebílkovinného dusíku tvoří volné aminokyseliny 3,4 %, amidy 36 %. Dále jsou přítomny bazické dusíkaté sloučeniny, purinové deriváty adeninu, glykoderiváty cholinu aj. Byly nalezeny i některé aminy.

Bramborová bílkovina je tvořena převážně globuliny (tuberin), přítomné jsou i albuminy a malý podíl prolaminů a gluteinů. Bramborová bílkovina je po biologické stránce vysoce hodnotná. Při skladování se obsah dusíkatých látek výrazněji nemění. Vysoké dávky dusíku při hnojení plodiny mohou být příčinou zvýšeného obsahu dusičnanů. [1]

Na další straně je pro srovnání uvedena tabulka s obsahy proteinů v některých potravinách rostlinného původu.

Tabulka VI. Obsah proteinů v některých potravinách rostlinného původu

Potravina	Průměrný obsah proteinů v %
pšeničná mouka	10,1
sójové boby	44,7
houby	2,6
droždí	10,6
čokoláda	6,8
listová zelenina	2,6
rýže	7,5

[15]

Lipidy, často uváděné jako hrubý tuk, což je obvykle petroléterem vyextrahovaný podíl, obnáší u brambor asi 0,1 % a jeho největší podíl se nachází v peridermu. Převládají v něm nenasycené mastné kyseliny – linolová (50 %), linolenová (20 %), palmitová (20 %), stearová (5 %). Uvádí se, že ranné brambory mají vyšší podíl tuku oproti bramborám pozdním. [1]

Také zde je uvedena tabulka s obsahy lipidů v některých potravinách rostlinného původu.

Tabulka VII. Obsah lipidů v potravinách rostlinného původu

Potravina	Obsah lipidů v % v materiálu	Obsah lipidů v % v sušině
mouka pšeničná hrubá	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9
chléb bílý	0,8 – 1,1	1,3 – 1,7
ořechy vlašské	64	66
hrách	1,4	1,6
rostlinný olej	100	100

[15]

Minerální látky (popeloviny) jsou obsaženy v hlíze v průměru 1 %, převážně ve slupce. Z nich v průměru činí podíl K_2O 56 %, P_2O_5 15 %, SO_3 6 %, MgO 4 %, Na_2O 3 %, CaO 1,5 %, SiO_2 1 %. Biologický význam minerálních látek v bramborách spočívá v převaze složek zásadotvorných (K, Na, Ca, Mg), jež jsou zastoupeny asi ze 70 %, oproti

složkám kyselotvorným (P, S, Cl, Si). Tím kontumace brambor přispívá, podobně jako konzumace ovoce a zeleniny k vyrovnání acidobazické rovnováhy v organismu. [1]

Vitaminy jsou složkou, která činí z brambor významnou potravinu. Ve 100 g čerstvé hmoty se uvádí v průměru obsah vitaminu C 15 mg, kyseliny nikotinové 1,2 mg, kyseliny pantotenové 0,46 mg, thiaminu (B₁) 0,11 mg, riboflavinu (B₂) 0,05 mg, pyridoxinu (B₆) 0,19 mg, provitaminu A 0,03 mg. Kolísání obsahu vitamínů je odvislé od odrůdy a klimatických podmínek. Největší význam má vitamin C. Nachází se hlavně v oblasti cévních svazků a v korunkové části. Při dozrávání jeho obsah klesá, rovněž tak při skladování, takže na jaře činí jeho podíl 40 – 70 % původně přítomného množství. Uvádí se že u oloupaných brambor, uchovávaných pod vodou, dochází ke zvýšení obsahu vitaminu C biosyntézou. Ztráty při vaření činí 5 – 30 %, vysoké (až 50 %) jsou při smažení. Ztráty při průmyslové výrobě lupínků činí asi 30 %, zatímco při domácí přípravě dvojnásobek. Při skladování sušených bramborových výrobků v dusíkové atmosféře byly však ztráty vitamínů nepatrné.

Organické kyseliny, jejich průměrný obsah v hlíze je asi 2 %. V bramborách mezi ně patří kyselina citrónová, kyselina jablečná, isocitrónová, vinná aj. Největší podíl připadá na kyselinu jablečnou a citrónovou (kolem 1 % v čerstvé hmotě). Jejich obsah se během skladování mění. [1]

Glykoalkaloidy byly dříve uváděny pod společným názvem solanin. Jsou to přirozené toxiny vyskytující se ve všech částech rostliny. Nejvyšší hladiny jsou květech, nezralých bobulích, mladých listech, klíčcích. V hlízách je jich mnohem méně. Obsah glykoalkaloidů ovlivňuje stupeň zralosti. Nezralé hlízy mají vyšší obsah. Dále je obsah glykoalkaloidů ovlivněn klimatickými podmínkami během vegetace (v suchém, teplém období bývá zaznamenán jejich vyšší obsah), a podmínkami při skladování (osvětlení, délka, teplota). U většiny kulturních odrůd brambor se glykoalkaloidy vyskytují v rozmezí 12 – 150 mg .kg⁻¹ čerstvé hmoty, hygienický limit je kg podle vyhlášky 305 / 2004 Sb. 200 mg.kg⁻¹. Při vaření se asi 30 – 40 % glykoalkaloidů vylouží, při smažení v tuku činí ztráty 52 %. Hlavními glykoalkaloidy jsou α - solanin a α - chaconin, uvádí se poměr 1 : 1,7. Oba představují asi 95 % celkových glykoalkaloidů v hlíze brambor. [1]

Barevné látky (pigmenty) v dužině hlízy patří mezi karotenoidy. Bylo prokázáno že všechny karotenoidy jsou účinnými antioxidanty a u některých byl prokázán příznivý vliv na prevenci rakoviny. Vedle odrůdy obsah karotenoidů ovlivňují klimatické podmínky i

stupeň zralosti. Slupky některých odrůd mají červené nebo modré zbarvení, jež je přičítáno právě antokyanům. [1]

4 ZMĚNY BĚHEM KUCHYŇSKÉHO ZPRACOVÁNÍ BRAMBOR

V další části se tato práce zabývá problematikou změn chemismu a stavby bramborové hlízy během kuchařského a technologického zpracování.

4.1 Barevné změny během zpracování brambor

Během technologického zpracování nebo kulinární úpravy konzumních brambor dochází k barevným změnám, které mohou být do určité míry žádoucí, protože jsou pro daný způsob úpravy charakteristické a spotřebitel je očekává. Většinou však tyto barevné změny mohou negativně ovlivňovat kvalitu a prodejnost výrobku. Vedle dalších vlastností, jako je obsah sušiny, škrobu je tendence k barevným změnám velmi důležitá pro výběr hlíz k určitému způsobu zpracování. Barva dužniny bramborových hlíz předtím, než se projeví barevné změny je dána obsahem karotenoidních barviv, podle kterého je možné rozlišit bělomasé a žlutomasé odrůdy brambor. Během zpracování se uplatní barevné změny vyvolané tvorbou intenzivně zbarvených produktů. Po oloupání, dělení apod. to jsou reakce enzymového hnědnutí. Při sušení a zejména smažení se uplatňují reakce neenzymového hnědnutí a poslední skupinou barevných změn je tzv. černání po uvaření („post cooking blackening“). [16]

Enzymové hnědnutí je způsobeno enzymovou oxidací fenolů, ke které dochází po kontaktu enzymů polyfenoloxidas se substrátem (fenoly a vzdušný kyslík) po porušení nativních buněčných struktur. Intenzita barevných změn je ovlivňována obsahem tyrosinu a o-difenolů (kyselina chlorogenová, katechiny apod.) a aktivitou enzymů v hlízách. [17]

Neenzymové hnědnutí je důležité při výrobě lupínků, hranolků a do určité míry také u sušené bramborové kaše, kroket a dalších podobných produktů. Barevné změny jsou dány zejména obsahem redukcujících cukrů, při vyšších teplotách smažení hraje velkou roli také obsah sacharózy a intenzita hnědnutí může být zvyšována obsaženou kyselinou askorbovou. [18]

Černání po uvaření nastává během chlazení vařených hlíz. Příčinou barevných změn je tvorba komplexů kyseliny chlorogenové se železem během vaření a jeho oxidace při

chladnutí, kdy vznikají zbarvené komplexy kyseliny a trojmocného železa. Nejvýznamnější je tvorba šedomodrého komplexu difenolátu s železem. Intenzita barevných změn je ovlivněna několika faktory, za hlavní je považován poměr obsahu kyseliny cholorogenové a citronové v hlízách. [19]

Barevné změny během zpracování brambor jsou podmíněny komplexem vlastností. Při vysokém obsahu některého z parametrů je možné předpokládat větší sklony hlíz k určitým barevným změnám, ale vysoký (anebo jinak extrémní) obsah nemusí ještě znamenat významné barevné změny během zpracování. Obtížnost a neurčitost předpovědi s určitým omezením neplatí pro vztah redukujících cukrů a intenzity neenzymového hnědnutí. V případě obsahu redukujících cukrů do určité horní hranice je možné předpovědět míru změny barvy během smažení poměrně přesně. Pokud je však obsah redukujících cukrů vyšší, stává se limitujícím faktorem obsah alfa-aminosloučenin, prakticky však predikce nemá smysl, protože barevné změny jsou příliš výrazné. [16]

Byl také sledován vliv skladování na barevné změny. Obecně se během skladování tendence k barevným změnám hlíz příliš neměnila, výše popsané změny složení hlíz během skladování (změny obsahu fenolů, změny sušiny apod.) nevedly ke statisticky významným změnám v intenzitě barevných změn. Výjimkou je v tomto směru případná akumulace cukrů, pokud však jsou hlízy sklizeny při sklizňové zralosti a jsou skladovány po retardaci klíčení za přiměřených teplot, udržují si také téměř konstantní tendenci k hnědnutí během smažení. [16]

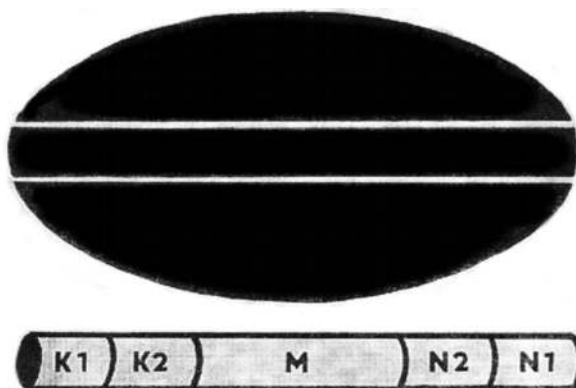
4.2 Snížení obsahu dusičnanů v hlízách vlivem kuchyňské úpravy a zpracování brambor

V diskuzích o dusičnanech vedených veřejností se převážně vychází z údajů týkajících se syrových brambor. To vede k chybnému informování spotřebitele, protože brambory se spotřebovávají pouze v upraveném stavu. Je nasnadě, že jednotlivé postupy úpravy a zpracování mohou vést k jistým ztrátám dusičnanů. [22]

4.2.1 Rozdělení v syrových a uvařených bramborách

J. Heymink a U. Kramer provedli v roce 1993 pokus na obsah dusičnanů. Cílem pokusu bylo analyzovat rozdělení dusičnanů v syrových a oloupaných uvařených hlízách brambor. Vycházeli přitom ze dvou náhodných vzorků po třiceti hlízách na odrůdu. První

náhodný vzorek sloužil k analýze syrových brambor, druhý byl ručně oloupán a po dvacet minut se vařil ve vroucí vodě. Odběr vzorků byl proveden pomocí korkovrtu ($d = 10$ mm), kterým se hlízy provrtaly od korunky až k pupku. Vyvrtaný váleček byl pak rozdělen na pět segmentů a jednotlivé části byly analyzovány odděleně. [22]



Obrázek 1. Obsah dusičnanů v segmentech hlízy. Schéma odběru vzorků

Při sledování vyšlo najevo, že v hlíze se plynule zvyšuje obsah dusičnanů od korunky k pupku.

Obsah dusičnanů v pupkové části syrové hlízy byl víc jak třikrát vyšší než v korunkové části. Příčinou této jednostranné akumulace dusičnanů v pupkové části je pravděpodobně přívod živin stolony.

Loupání a vaření způsobilo převládající snížení obsahu dusičnanů v okrajových částech hlízy brambor. Odůvodněno to může být oloupáním a vyluhováním okrajových částí hlízy během vaření. [22]

Tabulka VIII. Průměrné rozdělení dusičnanů v hlíze (ppm čerstvé hmoty)

Ukazatel	K1	K2	M	N2	N1	Průměr
NO ₃ syrové se slukou	40	60	94	107	130	76
NO ₃ vařené bez slupky	25	49	85	101	105	53
Snížení obsahu NO ₃ (%)	38	18	10	7	19	30

[22]

4.2.2 Snížení obsahu kuchyňskou úpravou

V dalším pokusu sledovali výše jmenovaní autoři změny obsahu dusičnanů během vaření brambor ve vodě a vaření pod tlakem. Pokus byl prováděn na oloupaných a na neoloupaných bramborách. [22]

Loupání a vaření způsobilo různě silné výrazné snížení obsahu dusičnanů v bramborách.

Tabulka IX. Obsah dusičnanů v uvařených bramborách (ppm sušiny)

brambory	syrové	vařené pod tlakem	vařené ve vodě
neoloupané	442	367	316
oloupané	333	243	208

Výsledky celého experimentu ukázaly, že brambory na loupáčku při vaření pod tlakem mohou ztratit asi 17 %, při vaření ve vodě asi 30 % z původního obsahu dusičnanů. Snížení obsahu dusičnanů u solených brambor lze popsat podobně. Ruční loupání mělo za následek průměrné snížení obsahu dusičnanů zhruba o 25 %, následné vaření pod tlakem o dalších 20 %, vaření ve vodě asi o 27 %. Tím dostáváme celkovou ztrátu dusičnanů u solených brambor v průměru 52 %.

Při srovnávání snížení obsahu dusičnanů u brambor na loupáčku a solených brambor je zřejmé, že během vaření brambor na loupáčku působí zkorkovatělá slupka zjevně jako bariéra proti výměně rozpuštěných substancí.

Dále je zřejmé, že různé postupy úpravy brambor mají různý účinek. Tak při vaření ve vodě jsou ztráty dusičnanů zásadně vyšší než při vaření pod tlakem. Výsledky potvrzují, že vyluhování vařící vodou závisí na intenzitě kontaktu mezi vařenou surovinou a vařící vodou. [22]

Tabulka ukazuje relativní snižování obsahu dusičnanů při kuchyňské úpravě brambor v poměru k obsahu dusičnanů v syrových bramborách.

Tabulka X. Snížení obsahu dusičnanů při kuchyňské úpravě brambor.

Výrobek z brambor	Prům. obsah dusičnanů (ppm sušiny)	Relativní snížení v poměru k syrovým bramborám (%)
Syrové brambory	442	100
Brambory na loupáčku (pod tlakem)	367	17
Brambory na loupáčku (ve vodě)	316	29
Syrové brambory (ručně loupané)	333	25
Solené brambory (oloupané a vařené pod tlakem)	243	45
Solené brambory (oloupané a vařené ve vodě)	208	52

[22]

4.2.3 Snížení obsahu dusičnanů při zpracování brambor na lupínky a hranolky

V průběhu výroby lupínků od syrových brambor až po konečný výrobek došlo k průměrnému snížení obsahu dusičnanů o 30 %. Tuto nízkou hodnotu lze objasnit tím, že se u těchto pokusů upouští od loupání. Dále je přechodné zvýšení obsahu dusičnanů asi o 7 % po mytí. Tento jev lze vysvětlit tím, že při krájení brambor na 1,2 až 1,4 mm silné plátky jsou na vzniklém, silně zvětšeném povrchu mnohé buňky nakrojeny. Následkem dochází zřejmě k většímu vyluhování a tím ke zvýšení obsahu dusičnanů v prací vodě. Protože tato prací voda je v dané lince znovu použita, dochází pravděpodobně ke zjištěnému obohacení. [22]

Tabulka XI. Snižování obsahu dusičnanů při výrobě lupínků

Průměr	syrové	nakrájené	omyté	smažené
ppm sušiny	307	252	273	215

V dalším průběhu výzkumů byly při výrobě hranolků odebrány vzorky na sedmi místech výrobní linky a analyzovány na obsah dusičnanů.

Tabulka XII. Snížení obsahu dusičnanů při výrobě hranolků (celkový průměr)

prů- měr	syro- vé	lou- pané	nakrájené a omyté	blanšírované	2 x omyté	před smažené	dosmažené
Ppm sušiny	268	140	113	86	88	81	79

V tabulce je uvedeno snížení obsahu dusičnanů vlivem mechanického a tepelného zpracování v průměru všech sledovaných vzorků. Je vidět zhruba 50 % snížení obsahu dusičnanů při loupání. Druhou výrobní operací se snížil obsah dusičnanů o dalších asi 10 %, takže až sem představovalo celkové snížení 60 %. Blanšírováním bylo vyplaveno dalších 10 %. V dalším průběhu výroby lze pohlížet na obsah dusičnanů jako na konstantní. Takže obsah dusičnanů se v poměru k hodnotě syrových brambor snížil v celém výrobním procesu asi o 70 %.

Souhrnně ukazují výsledky zde uvedených sledování zcela zřetelně, že jak u stolních brambor tak i u průmyslově vyráběných výrobků z brambor vykazuje obsah dusičnanů zcela jiné rozměry než syrové brambory.

Již loupání, ať ruční nebo strojové, snižuje hodnoty dusičnanů o 25 až 50 %. Jsou-li pak brambory ať při vaření nebo při zpracování na výrobky vařeny ve vodě nebo blanšírovány, dochází k dalším ztrátám, takže v hotovém výrobku připraveném ke spotřebě je jen 30 – 50 % hodnoty obsahu dusičnanů v syrových bramborách. Jen při vaření na loupáčku jako při nejšetrnějším postupu, lze počítat se ztrátami dusičnanů asi 17 %.

Z toho lze vyvodit, že při diskusi o obsahu dusičnanů v bramborách by se mělo operovat pouze s hodnotami, které byly zjištěny v hotovém výrobku, protože jinak je podáván zcela chybný obraz o bramborách. Za takových podmínek si brambory stojí ve srovnání s jinými potravinami velmi dobře. [22]

4.3 Obsah glykoalkaloidů v hlízách brambor s rozdílnou úpravou

Vedle látek důležitých pro lidskou výživu obsahují brambory i toxiny přírodního původu – glykoalkaloidy (GA). Až do roku 1954 se předpokládalo, že po chemické stránce se jedná o jeden alkaloid – solanin. Výsledkem snahy o frakcionaci solaninu bylo v tomto roce objevení α – chaconinu, který je vedle α – solaninu nejvýznamnějším GA brambor. [23]

Oba tvoří více než 95 % celkového obsahu GA nalezených v listech kulturních druhů brambor. [24]

Solaninový komplex zahrnuje ještě další čtyři formy: β , γ – solanin a β , γ – chaconin. [25] GA byly prokázány ve většině tkání brambor: listech, stoncích, květech, bobulích, hlízách i klíčcích. [26].

V rostlině jsou rozděleny velmi nerovnoměrně, vyskytují se zejména v zónách zvýšené metabolické aktivity. Největší množství obsahují klíčky, a to 1,95–17,7 g/kg čerstvé hmoty, postupně menší obsah bývá nalézán v květech 2,15 – 5g, v bobulích

0,42–1,08 g, a v hlízách je to 11 – 150 mg vždy v přepočtu na kg čerstvé hmoty. [27]

Značné rozdíly v jejich rozložení byly zjištěny i mezi jednotlivými hlízami či stonky a listy jedné rostliny; stejně tak i rámci hlízy či květu.

Úroveň GA v hlízách ovlivňuje řada faktorů. Nejvýznamnější jsou: odrůda, klimatické podmínky, zralost hlíz, poškození hlíz, podmínky skladování (zejména teplota a osvětlení). [25]

GA jsou značně termostabilní, odolávají mražení i sušení, nerozkládají se vařením, pářením, pečením ani mikrovlnným ohřevem. K tepelné degradaci dochází při teplotách okolo 200 °C, aglykony nepodléhají rozkladu ani při teplotách o 100 °C vyšších. [25]

Pro výživu teplokrevných živočichů je důležité, že jsou GA rozpustné ve vodě a tak ke snížení obsahu GA ve výrobcích z brambor přispívá jejich vyplavování zejména z dělených hlíz do oplachových vod. K dalšímu podstatnému snížení dochází při oloupání hlíz. [28]

Tyto poznatky potvrdil ve svém pokusu Zrůst (1997). Pokus byl proveden na třech odrůdách. Oproti celkovým GA v syrových hlízách se slupkou se oloupáním slupky jejich obsah podstatně snížil (Tab. XIII). [29]

Tab. XIII. Obsah GA v mg/kg čerstvé hmoty v syrových hlízách se slupkou a bez slupky

	KRYSTALA			KARIN			ARNIKA		
	α -chac	α -sol	Suma GA	α -chac	α -sol	Suma GA	α - chac	α -sol	Suma GA
se slupkou	89,66	43,62	133,28	102,56	49,42	151,98	31,79	12,00	43,79
bez slupky	15,69	2,85	18,54	9,03	3,77	15,18	1,56	1,32	2,89
% oproti se slupkou			13,91			9,99			6,60

Vařením hlíz se slupkou v páře se oproti syrovým hlízám se slupkou snížil obsah celkových GA rozdílně u jednotlivých odrůd. Konkrétně u odrůdy Krystala přibližně na 30 – 60 %, u odrůdy Karin na 25 – 90 % a u odrůdy Arnika na 40 – 75 % jejich původního obsahu. [29]

Tab. XIV. Obsah GA v mg/kg čerstvé hmoty v syrových hlízách se slupkou a vařených hlízách se slupkou a bez slupky

	KRYSTALA			KARIN			ARNIKA		
	α -chac	α -sol	Suma GA	α -chac	α -sol	Suma GA	α - chac	α -sol	Suma GA
syrové	75,06	65,08	140,14	84,35	33,65	118,00	50,65	19,71	70,36
vařené se slupkou	56,11	39,82	95,93	69,86	36,68	106,54	40,32	13,61	53,93
% oproti syr. se slupkou			68,45			90,29			76,65
vařené bez slupky	24,11	30,77	54,88	12,65	9,11	21,76	13,98	8,70	22,68

Vařením hlíz bez slupky v páře se oproti syrovým hlízám se slupkou snížil obsah celkových GA opět u jednotlivých odrůd rozdílně. U odrůdy Krystala se jedná o snížení na 8 – 40 %, u odrůdy Karin na 5 – 14 % a u odrůdy Arnika na 4 – 50 % jejich původního obsahu v syrových hlízách se slupkou. Vztaheno k oloupaným syrovým hlízám byl v oloupaných vařených hlízách snížen obsah GA u odrůd Krystaly a Arniky na 60 % a u odrůdy Karin na 50 %. [29]

V jednotlivých výrobcích z brambor docházelo rovněž ke snížení obsahu GA rozdílně podle odrůdy. [29]

Tab. XV. Obsah GA v mg/kg výrobku mražených bramborových lupínků

	KRYSTALA			KARIN			ARNIKA		
	α -chac	α -sol	Suma GA	α -chac	α -sol	Suma GA	α -chac	α -sol	Suma GA
syrové se slupkou	89,66	43,62	133,28	102,56	49,42	151,98	31,79	12,00	43,79
lupínky	60,17	20,57	80,74	93,13	32,70	125,83	13,33	7,33	20,66
% oproti syr. se slupkou			60,58			82,79			47,18

Při fyziologickém zrání porostu se výrazně snižuje obsah GA v hlízách. Nejvyšší obsah byl pozorován u malých hlíz, v časných fázích jejich tvorby. Usuzuje se, že při růstu hlíz se v nich množství GA nemění a pouze dochází k jeho ředění. [29]

V tržně upravených nebo potravinářsky zpracovaných hlízách brambor byl obsah GA nižší než v původní surovině. Rozdíl byl v závislosti na odrůdě a ročníku. Ke snížení docházelo oloupáním slupky a vyplavením při vaření či krájení hlíz. Nejvyšší obsahy GA v konečných produktech vzorků nedosahovaly hodnot přípustného množství celkových GA (200 mg v 1 kg hlíz čerstvé hmoty), které je uvedeno ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví 305/2004 Sb. o chemických požadavcích na zdravotní nezávadnost potravin v ČR. [29]

4.4 Akrylamidy

Ve Švédsku byly zjištěny vysoké koncentrace akrylamidu v potravinách obsahujících škrob a zpracovávaných při vysokých teplotách. Jako rizikové se ukázaly především smažené bramborové lupínky, hranolky a některé pečivo. Toxická látka se nedostala do potravin kontaminací, ale musela vzniknout při vlastní výrobě. Vzniká při teplotě nad 120 °C a čím déle je potravinu této teplotě vystavena, tím více akrylamidu v ní vzniká. Bylo prokázáno, že látka vzniká nejen v průmyslově vyráběných potravinách, ale i v jídle připravovaném "podomácku". [14]

Akrylamid je označen jako pravděpodobně karcinogenní látka pro člověka. Jeho vysoké obsahy byly zjištěny v potravinách upravených smažením nebo pečením. Byly identifikovány skupiny faktorů, které mohou ovlivňovat vznik akrylamidu v potravinách: nízkomolekulární uhlohydráty (zvláště redukující cukry, glukóza a fruktóza), nízkomolekulární dusíkaté sloučeniny (aminokyseliny, zvláště asparagin), teplota, nízký obsah vody. [32]

Akrylamid vzniká při tepelném zpracování brambor jako součást Maillardovy reakce. Výsledky několikaletých pokusů ukázaly, že obsah redukujících cukrů v hlízách je silně závislý na povětrnostních podmínkách a ročníku. Další faktory, které mohou ovlivnit obsah cukrů, jsou odrůda, stanoviště, fyziologická zralost, výživa a skladování. [33]

Tvorba akrylamidu může být omezena pomocí vhodných technik přípravy suroviny, počínaje výběrem odrůdy s nízkým obsahem redukujících cukrů. [34]

4.5 Změny obsahu těžkých kovů v hlízách brambor při kuchyňském zpracování

Průměrné obsahy kadmia jsou u bramborových hlíz 0,032 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty, u zinku činí tato hodnota 13,75 mg.kg⁻¹, u niklu 1,041 mg.kg⁻¹ a u arzenu 0,035 mg.kg⁻¹. Průměrný obsah berylia v bramborových hlízách dosahuje hodnot 0,002 – 0,003 mg.kg⁻¹. Koncentrace kadmia v bramborových hlízách závisí kromě jeho obsahu v půdě také na podmínkách prostředí a z velké části také na přítomnosti chloridů. Ionty Cl⁻ totiž zvyšují mobilitu kadmia a jeho přístupnost pro rostliny. U brambor hnojených KCl zjistil Sparow (1994) o 20 – 30 % vyšší obsah kadmia než u brambor hnojených jinými než chloridovými formami draselných hnojiv. Tentýž autor poukazuje na snižování příjmu kadmia při aplikaci hnojiv se síranovou formou. [35]

Podle Smitha je obsah kadmia ovlivňován také pH půdy, a to zejména v bramborových slupkách. Dalším aspektem je také vliv ročníku. Na zvyšování obsahu kadmia v hlízách má také vliv zvyšující se množství sodíku v půdě. Na kontaminovaných půdách může činit obsah kadmia v hlízách 1,3 – 2,2 mg.kg⁻¹. Vápnění je nejefektivnějším prostředkem pro snižování fytotoxicity a obsahu těžkých kovů v bramborách, a to zejména v kyselých půdách. Značný vliv na obsah cizorodých prvků má i odrůda. [36]

Berylium a nikl jsou v bramborové hlíze rozmístěny poměrně rovnoměrně s výjimkou slupky, kde se nachází 7x více berylia a 2x více niklu než v ostatním pletivu. Kadmium a zinek jsou v bramborové hlíze rozmístěny také téměř zcela rovnoměrně, přičemž i u nich platí, že mírně zvýšený obsah se nachází ve slupce. [28]

Nikl se koncentruje především ve slupce, a to v její vnější části. Jak uvádí Karblane (1197) prakticky všechny cizorodé prvky se akumulují nejvíce ve slupce. Všeobecně platí, že nejvyšší koncentrace cizorodých látek se vyskytují v malých hlízách. Čím je hlíza větší tím více koncentrace prvků klesá. [37]

Loupáním brambor se obsah kadmia snižuje až o 50 %. Naproti tomu Ocker (1984) uvádí, že obsah kadmia se loupáním snižuje o 10 – 20 %. Stejně tak o 10 – 20 % se snižuje obsah zinku. U niklu se snižuje loupáním obsah o 40 – 50 % . Podle stejného autora se vařením nebo smažením snižuje obsah kadmia a zinku o 30 – 40 %. [28]

ZÁVĚR

Tato práce pojednává o změnách obsahu cizorodých látek v hlízách brambor během jejich kuchyňského nebo technologického zpracování. V absolutní většině případů dochází k podstatnému snížení obsahu cizorodých látek během kuchyňských úprav, a to již při oloupání brambor, dále pak také může docházet k vyluhování cizorodých látek při vaření. U těžkých kovů se jejich obsah pouhým oloupáním hlíz snižuje o 50 %. To znamená, že ve slupce hlízy brambor se nachází polovina obsahu těžkých kovů z celkového obsahu těchto látek.

Taktéž při sledování obsahu dusičnanů vykazuje obsah těchto sloučenin zcela jiné rozměry v syrových bramborách oproti bramborám kuchyňsky upraveným. Také zde již pouhým oloupáním dochází ke snížení obsahu dusičnanů až o 50 %. Největší podíl na snížení obsahu dusičnanů má smažení, které spolu s předcházejícími technologickými úpravami (blanšírování, mytí, předsmažení, dosmažení) snižuje obsah dusičnanů až o 70 %.

Rovněž obsah glykoalkaloidů v hlízách brambor se snižuje s kuchyňskou úpravou. Také zde dochází k největšímu snížení obsahu oloupáním hlízy.

Celkově lze konstatovat že největší podíl cizorodých látek se nachází ve slupce hlízy.

Přirozený obsah cizorodých prvků v bramborových hlízách, jestliže jsou tyto oloupány a kuchyňskou úpravou připraveny, popř. jsou vyřazeny nejmenší hlízy, nepředstavuje žádnou hrozbu pro zdraví člověka.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HRABĚ, J., KOMÁR, A., *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin*, III – část. VVŠ PV Vyškov, 2003. ISBN 80-7231-107-7
- [2] *Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod : Technologické postupy pro racionální pěstování jednotlivých užitkových směrů brambor* [on line]. [cit. 2005-14-04]. Dostupný z WWW: <http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/brambory/metodika_pestovani_brambor.pdf>
- [3] *Komodity : Potraviny rostlinného původu* [on line]. [cit. 2005-23-03] . Dostupný z WWW:<<http://www.agroweb.cz>>
- [4] *Chemie* [online] . [cit.2005-12-05] Dostupný z WWW: <<http://www.chemi.muni.cz/~valinka/chemie/jedy.html>>
- [5] PROCHÁZKA, S., *Fyziologie rostlin*, Vydání 1., ACADEMIA, Praha 1998. ISBN 80-200-0586-2
- [6] PRCHALOVÁ, D., *Vliv přenosu vybraných těžkých kovů v systému půda – rostlina na kvalitu vybraných zemědělských plodin*, Brno, 2002. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Fakulta agronomická.
- [7] CHROBOCZEK, P., *Vliv pěstitelských technologií na růstově analytické charakteristiky porostů brambor a obsah cizorodých prvků*, Brno, 2002. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Fakulta agrochemie.
- [8] BÁRTOVÁ, Z., *Vliv cizorodých prvků na výnos a kvalitu brambor*, Brno, 2002. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Fakulta agronomická.
- [9] BENEŠ, S., *Kontaminace zemědělské půdy těžkými kovy*. Úroda, 1990, roč. 38, č. 12
- [10] TKADLECOVÁ, D., *Výskyt a přijatelnost rtuti pro rostliny*, Zlín, 2003. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická.
- [11] KARABATA – PENDIAS, A., PENDIAS, H., *Trace elements in soils and plants*, Florida: CRC Press, Inc., 1984

- [12] *Potravinářství* [on line] . [cit. 2005-28-03]. Dostupný z WWW:
<<http://www.bezpecnostpotravin.cz> >
- [13] ROP, O., *Výskyt cizorodých prvků v bramborách*, Farmář, č. 5, 2002, Profi Press
Praha, ISSN 1210 – 9789, str. 26
- [14] PETR, J., *Kde se bere akrylamid*, Zemědělec, 10, 2002, č. 44, str. 19
- [15] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 1*, Osis, Tábor, 1999. ISBN 80-902391
- [16] VOLDŘICH, M., VACEK, J., VOTAVOVÁ, L., VOLF, M., KADLEC, P.,
*Kvalita konzumních brambor. Vliv chemického složení na užité vlastnosti
brambor. Sborník přednášek. Havlíčkův Brod, 1996, 7 s.*
- [17] MAPSON, L. W., SWAIN, T., TOMALIN A. W.: *J. Sci. Food Agric.* 14, 1973
- [18] KADAM, S. S., WANKIER, B. N., ADSULE, R. N., *Processing. In: Potato:
Production, Processing, and Products*, CRC Press, Boca Raton, USA, 1991
- [19] MUNETA, P., KAISAKI, F., *American Potato Journal*, 62, 1985
- [20] MARKERT, B., *Presence and significance of naturally occurring chemical
elements of the periodic system in the plant organism*, Systems Research Group,
University of Osnabrück, Germany, 1992
- [21] *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, 305/2004 Sb., v platném znění.*
- [22] HEYMING, J., KRAMER, J., PUTZ, B., *Snížení obsahu dusičnanů v hlízách vlivem
kuchyňské úpravy a zpracování brambor*, Bramborářství, 1, 1993, č. 2, str. 8-11
- [23] KUHN, R., LÖW, J., *Die Konstitution des Solanins*, Angew. Chemie 66:, 1954, str.
639-640

- [24] PASESHNICHENKO, V. A., GUSEVA, A. R., *Quantitative determination of potato glycoalkaloids and their preparative separation*, Biochemika, 22: 1956, str. 929-931
- [25] ZRŮST, J., *Obsah glykoalkaloidů v hlízách bramboru ovlivněný pěstitelskými opatřeními a mechanickým poškozením*. Rostl. Výr., 43 (10), 1997
- [26] MAGA, J. A., *Potato glycoalkaloids*, CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 12:,1980, str. 371-405
- [27] GELDER, W., *Chemistry, toxicology, and occurrence of steroidal glycoalkaloids: potential conataminants of the potato*, CRC Press, Boca Raton, 1990
- [28] OCKER, H., *Schwermetallgehalte in Kartoffeln und Kartoffelzeugnissen*, Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 17, 1984, str. 322-325
- [29] ZRŮST, J., FIALKOVÁ, V., *Obsah glykoalkaloidů v hlízách bramboru s rozdílnou úpravou*, Sborník referátů, Brno,1997, str. 298-302
- [30] *Svět spotřebitelů : Dusičnany* [on line] . [cit. 2005-10-05] . Dostupný z WWW: <<http://www.spotrebitele.info/kartoteka/index.php?page=0495.htm>>
- [31] *Alkaloidy* [on line] . [cit. 2005-10-05] . Dostupný z WWW: <<http://www.jergym.hiedu.cz/%7Ecanovm/alkaloid/prirlatk/a2.html>>
- [32] HAASE, N., MATTHAUS, B., Vosman, K., *Acrylamid in Kartoffelerzeugnissen*, Obst-, Gemüse- und Kartoffelverarbeitung, 203, č. 1/2, str. 16-19
- [33] TORBORG, C., PAWELZIK, E., *Acrylamid in Kartoffelprodukten: Stand des Wissens* Kartoffelbau, 55, 2004, č. 9/10, str. 354-357
- [34] ZRŮST, J., *Akrylamidy jsou take v bramborách*, Úroda, 53, 2005, č. 2, str. 48

-
- [35] SPARROW, L. A., SALARDINI, A. A., *Effects of residues of lime and phosphorus fertilizer on cadmium uptake and yield of potatoes and carrots*, Journal of Plant Nutrition, 1994, str. 1333-1349
- [36] SMITH, S. R., *Effect of soil pH on availabilitz to crops of metals in sewage sludge / treated soils*. Enviromental pollution, 1994, str. 13
- [37] KARBLANE, S., *Heavy metals in potatoes*, Journal of Agricultural Science, 1997, str. 335-342

SEZNAM TABULEK

Tab. I.	Průměrný obsah živin v nadzemních částech rostlin brambor	43
Tab. II.	Průměrný obsah živin v bramborových hlízách	43
Tab. III.	Průměrný obsah některých cizorodých prvků v nadzemní části brambor	44
Tab. IV.	Průměrný obsah některých cizorodých prvků v hlízách brambor	44
Tab. V.	Složení bramborové hlízy podle Kronera (1971)	21
Tab. VI.	Obsah proteinů v některých potravinách rostlinného původu	23
Tab. VII.	Obsah lipidů v potravinách rostlinného původu	23
Tab. VIII.	Průměrné rozdělení dusičnanů v hlíze	27
Tab. IX.	Obsah dusičnanů v uvařených bramborách	28
Tab. X.	Snížení obsahu dusičnanů při kuchyňské úpravě brambor	29
Tab. XI.	Snížování obsahu dusičnanů při výrobě lupínků	29
Tab. XII.	Snížení obsahu dusičnanů při výrobě hranolků	30
Tab. XIII.	Obsah GA v mg/kg čerstvé hmoty v syrových hlízách se slupkou a bez slupky	32
Tab. XIV.	Obsah GA v mg/kg čerstvé hmoty v syrových hlízách se slupkou a vařených hlízách se slupkou a bez slupky	32
Tab. XV.	Obsah GA v mg/kg výrobku mražených bramborových lupínků	33

SEZNAM PŘÍLOH

- P I.** Tabulka I. Průměrný obsah živin v nadzemních částech rostlin brambor
- P II.** Tabulka II. Průměrný obsah živin v bramborových hlízách
- P III.** Tabulka III. Průměrný obsah některých cizorodých prvků v nadzemní části rostlin brambor
- P IV.** Tabulka IV. Průměrný obsah některých cizorodých prvků v hlízách brambor

P I.

Tabulka I. Průměrný obsah živin v nadzemních částech rostlin brambor

Prvek	% v sušině
Dusík	1,40
Fosfor	0,15
Draslík	1,10
Vápník	3,10
Hořčík	0,65
Železo	2500
Mangan	290
Zinek	200
Měď	150

P II.

Tabulka II. Průměrný obsah živin v bramborových hlízách

Prvek	% v sušině
Dusík	1,30
Fosfor	0,30
Draslík	1,10
Vápník	0,05
Hořčík	0,10
Železo	3,00
Mangan	0,60
Zinek	2,50
Měď	1,00

P III.

Tabulka III. Průměrný obsah některých cizorodých prvků v nadzemní části rostlin brambor

Prvek	mg.kg ⁻¹ sušiny
Arsen	1,20
Berylium	0,50
Kadmium	0,50
Nikl	6,10
Olovo	2,50
Rtuť	0,10

P IV.

Tabulka IV. Průměrný obsah některých cizorodých prvků v hlízách brambor

Prvek	mg.kg ⁻¹ čerstvé hmoty	Limitní hodnota v mg.kg ⁻¹ čerstvé hmoty (podle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 305/2004 Sb.)
Arsen	0,007	0,30
Berylium	0,002	vyhláška limit nestanovuje
Kadmium	0,035	0,10
Nikl	0,140	0,50
Olovo	0,050	0,15
Rtuť	0,006	0,02