



# VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

<b>Klasifikace:</b> Draft	<input type="checkbox"/> <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
Oponovaný draft	<input type="checkbox"/> <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
Finální dokument	<input type="checkbox"/> <i>Pro oficiální použití</i>
Deklasifikovaný dokument	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pro veřejné použití</i>

Název dokumentu:

## **Kvalita produktů organického zemědělství ve vazbě na stav agrárního ekosystému ve skladech a na polích**

Poznámka:

VVF-14-03  
Zpracovatel: Dr. Ing. Věra Schulzová (VŠCHT)  
Mgr. Jan Hubert (VÚRV)

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 PRAHA 6 - Ruzyně

Tel.: +420 233 022 324 , fax.: +420 233 311 591, URL: <http://www.phytopsanitary.org>

# Obsah

<b>1. Úvod</b>	<b>5</b>
<b>2. Současný stav řešené problematiky</b>	<b>6</b>
2.1 Ekologické zemědělství	6
<i>Základní pojmy</i>	6
<i>Principy hospodaření v ekologickém zemědělství</i>	7
<i>Ekologické zemědělství v Evropě a ve světě</i>	7
<i>Ekologické zemědělství v České republice</i>	8
<i>Legislativa</i>	9
<i>Bioprodukty a biopotraviny</i>	10
2.2 Kvalita produktů v ekologickém zemědělství	11
<i>Nutriční hodnota</i>	11
<i>Hygienicko-toxikologická jakost</i>	11
<i>Technologická kvalita</i>	12
<i>Senzorická jakost</i>	12
2.3 Významné plodiny pěstované v ekologickém zemědělství	13
<i>Obiloviny</i>	13
<i>Brambory</i>	13
<i>Kvalita brambor</i>	14
<i>Chemické složení bramborových hlíz</i>	15
<b>3. Hodnocení kvality brambor z organ. a konvenčního zemědělství</b>	<b>16</b>
3.1 Sacharidy	16
3.2 Bílkoviny	16
3.3 Volné aminokyseliny	16
<i>Asparagin</i>	16
<i>Asparagin – prekurzor akrylamidu</i>	17
3.4 Lipidy	18
3.5 Vitamíny	18
<i>Kyselina askorbová (vitamín C)</i>	19
3.6 Barviva	19
3.7 Organické kyseliny	19
3.8 Minerální látky	19
3.9 Dusičnany	20
3.10 Glykoalkaloidy (GA)	20
<i>Struktura GA</i>	20
<i>Výskyt a distribuce GA</i>	20
<i>Vlastnosti GA</i>	21
<i>Faktory ovlivňující hladiny GA</i>	22
<i>Změny obsahu GA během skladování a zpracování</i>	22
<i>Toxicita GA</i>	23

3.11 Fenolické látky	23
<i>Funkce fenolických sloučenin u rostlin</i>	23
<i>Výskyt, distribuce, struktura</i>	24
<i>Faktory ovlivňující hladiny polyfenolických sloučenin</i>	25
<i>Barevné změny</i>	25
<i>Vlastnosti polyfenolických sloučenin (dietární význam)</i>	27

## **Příloha A: Hodnocení kvality ekologicky pěstovaných brambor (1996 – 1999)**

Materiál a metody	29
Výsledky	29
<i>Kyselina askorbová</i>	29
<i>Kyselina chlorogenová</i>	30
<i>Dusičnany</i>	30
<i>Glykoalkaloidy</i>	31
<i>Minerální látky</i>	32
Stanovení reziduí pesticidů	32
Shrnutí	33

## **Příloha B: Hodnocení kvality švédských odrůd brambor pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem, vliv skladování**

Analyzovaný materiál	35
Stanovení hladin glykoalkaloidů	35
<i>Vzorky brambor ze Švédska</i>	35
<i>Vzorky brambor z KEZ Chrudim</i>	39
Stanovení kyseliny chlorogenové	39
<i>Vzorky brambor ze Švédska</i>	39
Vliv způsobu přípravy extraktů brambor na hladiny kyseliny chlorogenové	41
<i>Vzorky brambor z KEZ Chrudim</i>	41
Stanovení asparaginu	42
Stanovení ostatních volných aminokyselin ve vzorcích brambor	46
Shrnutí	47

## **Příloha C: Hodnocení kvality brambor pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem**

Analyzovaný materiál	48
Stanovení hladin glykoalkaloidů	48
Stanovení kyseliny chlorogenové	50
Shrnutí	51

## **Literatura**

52

.....

## 1. ÚVOD

V posledních letech výrazně vzrostla poptávka po produktech ekologického zemědělství, a to nejen v Evropě, ale i v dalších zemích světa. S tím úzce souvisí současný trend neustále rozšiřovat plochy ekologicky obhospodařované půdy. Vzhledem k tomu, že se konvenční zemědělství v mnoha zemích potýká v dnešní době s řadou problémů, jeví se ekologický způsob hospodaření pro mnohé zemědělce jako vhodná alternativa. Významným rozdílem od konvenčního zemědělství je celkový pohled na problematiku životního prostředí. Např. konvenčně chápaný „škůdce“ není pro ekologického zemědělce ve své podstatě nepřítelem, ale jen organismus, který používá ke své výživě stejné plodiny jako člověk. Cílem tedy není škodlivé organismy vyhubit, jde spíše o podporu rovnováhy v ekosystému (vyvážený poměr mezi škůdce a jeho predátorem). Konvenční zemědělství se naproti tomu snaží pomocí zvyšování vstupů do výrobního procesu, např. dávek hnojiv, rozsáhlé chemické ochrany rostlin a technické vybavenosti, dosahovat co nejvyšší produkce, to má ovšem nevyhnutelně za následek negativní dopad na ekologickou rovnováhu.

Ekologický způsob produkce sebou přináší také nový pohled na kvalitu plodin. Jakost produktů pocházejících z ekologického zemědělství má zcela jiný rozměr, je chápána komplexněji jako výsledek kvality celého zemědělského systému a má proto v tomto pojetí maximální prioritu. Zvýšená pozornost je věnována souvislostem mezi potravinami a zdravím, přičemž kvalita technologická se považuje za méně významnou.

V současné době existuje několik studií zabývajících se posouzením kvality plodin z ekologické a konvenční zemědělské produkce s cílem objektivně zhodnotit možné rozdíly v jednotlivých jakostních parametrech. Sledována je jakost nutriční, hygienicko-toxikologická, sensorická i technologická. Největší pozornost oponentů či kritiků je v souvislosti s ekologicky pěstovanými plodinami věnována otázkám zdravotní nezávadnosti. Sledovány jsou zejména hladiny mykotoxinů a jiných přírodních toxinů, obsahy dusičnanů, dále pak rezidua pesticidů a toxické kovy. Přírodní toxiny, jakožto součást přirozených ochranných systémů rostlin, jsou ve zvýšené míře produkovány ve stresových situacích a existuje tedy předpoklad, že by jejich hladiny mohly být vyšší právě při ekologické produkci. Publikované studie však tuto domněnku zatím jednoznačně nepotvrdily a naopak poukazují na to, že významný vliv sehrává zejména genetická dispozice rostliny. Někteří stoupenci ekologických směrů považují charakterizaci kvality pomocí analytického stanovení významných komponent za nedokonalé, nedostatečně vystihující podstatu a vliv kvality produktů na živý organismus se snaží demonstrovat pomocí biologických testů. Některé z nich s ohledem na netradiční aplikované metodiky vyvolaly značné diskuse. Snahou odborníků je neopomenout ani možnou „zvláštní“ podstatu ekologicky pěstovaných produktů.

## **2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY**

### **2.1 Ekologické zemědělství**

Ekologické zemědělství je v dnešní době vhodnou alternativou jak se vyrovnat s řadou problémů s nimiž se potýká konvenční zemědělství. Jedná se zvláště (za jistých okolností) o relativní nadprodukcii, existenční problémy rolníků, vylidňování venkova, znečišťování životního prostředí, vnášení cizorodých látek do potravních řetězců apod.<sup>1</sup> Snahou ekologického zemědělství je zachování vyváženého agrosystému trvalého charakteru využívajícího co nejvíce místní a obnovitelné zdroje<sup>2</sup>, zajištění maximální recirkulace živin a podpora ekologické rovnováhy.<sup>3</sup>

„V ekologickém zemědělství je příroda chápána jako ekologický celek se svou vlastní hodnotou. Člověk má morální povinnost a odpovědnost provozovat zemědělství takovým způsobem, aby se kulturní krajina stala součástí přírody“<sup>4</sup>

Ekologické zemědělství si obecně klade následující cíle:

- udržet a zlepšit dlouhodobou úrodnost půdy a její ekologickou funkci (zvyšovat obsah organické hmoty a humusu v půdě, zlepšovat její fyzikální stav a umožnit bohatý rozvoj společenstva půdních organismů)
- vyvarovat se všech forem znečištění pocházejících ze zemědělského podnikání
- pracovat v co nejvíce uzavřeném systému, využívat místní zdroje a minimalizovat ztráty
- minimalizovat používání neobnovitelných zdrojů
- produkovat kvalitní potraviny a krmiva
- vytvořit hospodářským zvířatům podmínky odpovídající jejich fyziologickým a etologickým potřebám
- umožnit zemědělcům a jejich rodinám ekonomický a sociální rozvoj
- udržet osídlení venkova a tradiční ráz kulturní zemědělské krajiny<sup>1</sup>

### **Základní pojmy**

**EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ** - zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat v souladu s požadavky zvláštního právního předpisu (z. č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů).

**EKOFARMA** - uzavřená hospodářská jednotka zahrnující pozemky, hospodářské budovy, provozní zařízení a případně i hospodářská zvířata sloužící k ekologickému zemědělství.

**BIOPRODUKT** - surovina rostlinného nebo živočišného původu získaná v ekologickém zemědělství a určená na základě osvědčení k výrobě biopotravin.

**BIOPOTRAVINA** - potravina vyrobená za podmínek uvedených v tomto zákoně a splňující požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost stanovené zvláštními právními předpisy (například zákon č. 110/1997 Sb.), na niž bylo vydáno osvědčení o biopotravině (§ 22).

**EKOLOGICKÝ PODNIKATEL** - osoba, která na ekofarmě zemědělsky podniká a je registrována podle tohoto zákona. Registrace, kterou popisuje zákon v § 5 - § 9 se tedy provádí nikoliv k zemědělskému podniku (právnícké nebo fyzické osobě), ale také k jasně definované ekofarmě, která musí být přesně vymezena a od ostatní zemědělské činnosti podnikatele prokazatelně oddělena. Jde tedy o registraci ekologického podnikatele k ekologickému zemědělství na ekofarmě. Oddělení ekofarmy je třeba chápat v úrovni:

**VÝROBCE BIOPOTRAVIN** - osoba, která vyrábí biopotraviny za účelem jejich uvádění do oběhu.

**UVÁDĚNÍ DO OBĚHU (biopotravin)** - uváděním do oběhu se rozumí nabízení k prodeji, prodej nebo jiné formy nabízení ke spotřebě skladování, balení, přeprava pro potřeby prodeje a dovoz za účelem prodeje.

### Principy hospodaření v ekologickém zemědělství

K dosažení úspěchu při pěstování plodin v ekologickém zemědělství je důležité zvolit vhodné osevní postupy, které zajišťují zlepšení úrodnosti půdy (vyšší obsah humusu, živin, zlepšení struktury půdy). Za tímto účelem je nutné do osevních postupů v dostatečné míře zařadit mezplodiny (podsevové, strniskové, ozimé), neboť tyto snižují neproduktivní výpar, erozi, vyplavování živin, omezují růst plevelů atd. Je také potřeba dodržovat zásady střídání plodin v rámci osevního postupu, zajistit šetrné zpracování půdy a cílené používání organických hnojiv. Velmi důležitá je volba vhodných druhů a odrůd plodin s ohledem na půdní a klimatické podmínky stanoviště, převládající plevele a další potenciálně škodlivé činitele, stejně jako maximální použití preventivních opatření pro regulaci škodlivých činitelů a podporu jejich přirozených nepřátel. Zásahy je třeba provádět včas a ve vhodnou dobu. Zvýšenou pozornost je nutné věnovat také sklizni a posklizňovým opatřením.

Ekologicky hospodařící zemědělec musí mít stále na zřeteli základní rozdíly oproti konvenčním podmínkám. Porosty jsou (především v době konverze) pod větším tlakem škodlivých činitelů, zvláště plevelů, jejich regulace je obtížnější a zdouhavější. Pomalejší a hůře regulovatelné je uvolňování živin (zejména dusíku) ze statkových hnojiv a půdy. Pěstitelský proces je více závislý na průběhu počasí a vlivu biotických faktorů.<sup>5</sup>

### Ekologické zemědělství v Evropě a ve světě

Ekologické zemědělství se začalo v Evropě rozvíjet koncem šedesátých let jako reakce na problémy konvenčního zemědělství. V této době bylo chápáno jako jedna z možných alternativ řešení negativních dopadů chemizace a dalších intenzifikačních praktik. K rychlému a expanznímu rozvoji ekologického zemědělství došlo zejména v posledním desetiletí, kdy se výrazně zvětšila plocha ekologicky obhospodařované půdy, stejně jako podíl bioproduktů na trhu.<sup>6</sup> Jak je patrné z Tab. I, rozsah ekologicky obhospodařované půdy se v jednotlivých zemích Evropské unie výrazně liší. Mezi země s nejvyšším podílem ekologického zemědělství na výměře zemědělské půdy v posledních letech patří Rakousko následované Itálií, Finskem, Švédskem, Dánskem, Německem a dalšími vyspělými zeměmi. Předpokládá se, že současný trend nárůstu ekologicky obhospodařovaných ploch bude nadále pokračovat.

**Tabulka I. Přehled počtu ekologických farem, rozloha ekologicky obhospodařované půdy a podíl ekologického zemědělství na výměře zemědělské půdy v jednotlivých zemích EU<sup>7</sup>**

stát	rok	počet farem	celková výměra ekologických farem [ha]	podíl na výměře zemědělské půdy
Rakousko	1999	19 741	287 900	9,0
	2000	19 031	271 950	8,7
Belgie	1999	550	18 572	0,9
	2000	666	20 265	1,5
Dánsko	1999	3 009	146 686	5,5
	2000	3 466	165 258	6,2
Finsko	1999	5 200	137 000	6,3
Francie	1999	8 140	316 000	1,1
	2000	9 283	371 000	1,3
Německo	1999	7 500	416 500	2,6
	2000	12 740	546 023	3,2
Velká Británie	1999	1 356	240 000	1,2
Řecko	1998	4 231	15 848	0,5
Irsko	1999	1 058	32 478	0,7
Itálie	1999	49 018	958 687	6,5
	2000	51 120	1 040 377	7,0
Lucembursko	1999	30	1 002	0,8
Nizozemí	1999	1 216	22 997	1,2
	2000	1 436	29 393	1,5
Portugalsko	1999	750	48 000	1,3
Španělsko	1999	12 291	352 000	1,4
	2000	14 060	380 920	1,5
Švédsko	1999	3 252	155 674	5,5
	2000	3 329	171 682	6,3

Ekologické zemědělství je značně rozvinuto i v dalších zemích světa zvláště v USA, Kanadě, Austrálii, ale také v některých Latinské Ameriky, Afriky a Asie.<sup>6</sup>

### Ekologické zemědělství v České republice

V České republice se vznik ekologického zemědělství datuje od roku 1990, kdy byly za součinnosti Ministerstva zemědělství ČR, Sdružení Libera a Svazu PRO-BIO (Svazy sdružující ekologické farmáře) položeny základy celého systému. V letech 1990-1992 byly ekologicky hospodařící podniky masivně finančně podporovány a nelze vyloučit, že právě dotace byly zřejmě hlavním důvodem nárůstu ekologicky obhospodařovaných ploch. V tomto období působilo v ČR pět svazů ekologických zemědělců. Zrušení dotací v následujících letech způsobilo stagnaci ploch, ale zároveň mělo pozitivní vliv na kvalitativní rozvoj ekologického zemědělství. Řada podniků hospodařících ekologicky jen z důvodů dotací ukončila svou činnost, počet svazů se redukoval na dva. Rok 1998 znamenal obnovu finanční podpory ekologického zemědělství.<sup>8</sup> Postupný nárůst ploch zemědělské půdy obhospodařované podle zásad ekologického zemědělství v České republice od roku 1990 do roku 2002 udává Tab. II. Struktura půdního fondu v roce 2002 je uvedena v Tab. III.



Tabulka II. Vývoj výměry zemědělské půdy v ekologickém zemědělství ČR<sup>9</sup>

Rok	Počet kontrolovaných podniků celkem	Výměra zemědělské půdy v EZ v ha	Procentický podíl ze zem. půdního fondu
1990	3	480	-
1991	132	17 507	0,41
1992	135	15 371	0,36
1993	141	15 667	0,37
1994	187	15 818	0,37
1995	181	14 982	0,35
1996	182	17 022	0,40
1997	211	20 239	0,47
1998	348	71 621	1,67
1999	473	110 756	2,58
2000	563	165 699	3,86
2001	654	218 114	5,09
2002	717	235 136	5,50

Tabulka III. Struktura půdního fondu v ekologickém zemědělství ČR<sup>9</sup>

Plochy	rok 2002 / výměra v ha	Podíl v %
Orná půda	19 536	8,31%
Trvale travnaté plochy	211 924	90,13%
Trvalé kultury (sady, vinice)	898	0,38%
Ostatní plochy	2 778	1,18%
<b>Celkem</b>	<b>235 136</b>	<b>100 %</b>

## Legislativa

Od 1. ledna 2001 jsou v České republice prováděny ekologické zemědělství, výroba biopotravin, uvádění bioproduktů a biopotravin do oběhu, jakož i výkon inspekce a certifikace upraveny zákonem č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství. Tento zákon nahradil Metodický pokyn MZe ČR pro ekologické zemědělství č. j. 655/93-340, ve znění pozdějších doplňků, který plnil funkci národní směrnice.

Dozor nad dodržováním zákona vykonává Ministerstvo zemědělství, plní tak roli Kontrolního úřadu. Inspekční činnosti a certifikaci bioproduktů a biopotravin je pověřena KEZ o.p.s. (Kontrola ekologického zemědělství, obecně prospěšná společnost), která plní roli Kontrolního místa, jedná se o nezávislou, nestátní a neziskovou organizaci. KEZ o.p.s. je na národní úrovni akreditována podle ČSN EN 45004 a ČSN 45011. Rozhodnutím Certifikačního výboru IOAS (International Organic Accreditation Service) z 8. ledna 2003, je KEZ o.p.s. akreditována také podle Akreditačního programu IFOAM (International Federation Organic Agricultural Movements). Ekologické zemědělství je v ČR podporováno dle Nařízení vlády č.505/2000 Sb.<sup>10</sup>

## Bioprodukty a biopotraviny

Produkty vyrobené za podmínek uvedených v zákoně č. 242/2000 Sb. jsou označovány jako tzv. bioprodukty a biopotraviny.

Poptávka po bioproduktech v dnešní době neustále narůstá. V porovnání s rokem 2001 se počet výrobců biopotravin v České republice zvýšil téměř o 20 % a u osob uvádějících bioprodukty a biopotraviny do oběhu se jedné o více než trojnásobný nárůst.<sup>1</sup> Významný nárůst byl zaznamenán i u dovezených biopotravin.<sup>10</sup> Důvodem zvýšeného zájmu spotřebitelů o tyto typy produktů mohou být některé jejich v principu doložitelné přednosti. Jedná se zvláště o snížený obsah nežádoucích kontaminujících látek (reziduí pesticidů, umělých hnojiv, těžkých kovů a potravinářských aditiv v případě výrobků). Řada zastánců těchto potravin poukazuje na zvýšený obsah některých živin (vitaminů, minerálních látek), zvýšený obsah vlákniny, výraznější sensorické vlastnosti (chuť a vůně), lepší skladovatelnost a uchovatelnost.

Mezi příležitostně kritizované nedostatky biopotravin patří riziko zvýšeného výskytu mikrobiální kontaminace (mykotoxiny) a také možný vyšší obsah přírodních toxických látek (alkaloidy, kyselina šťavelová apod.). V některých případech byla zaznamenána horší technologická jakost (nižší obsah lepku u chlebového obilí), horší dostupnost biopotravin pro spotřebitele a taktéž omezený sortiment a vyšší cena v porovnání s konvenčními potravinami.<sup>11,3</sup>

„Pravé“ biopotraviny jsou označené grafickým znakem BIO (případně jeho schválenými modifikacemi) s nápisem „Produkt ekologického zemědělství“ (Obr. 1). Tato značka zaručuje, že produkty byly kontrolovány na každém stupni od výrobce až ke konečnému spotřebiteli. Správně označený bioprodukt nese i znak kontrolní organizace: CZ-KEZ. U nebaleného zboží musí prodejce prokázat původ svého zboží originálem platného osvědčení o původu biopotraviny či bioproduktu. Členové svazu PRO-BIO mají možnost při propagaci svých produktů aktivně používat ochrannou známku svazu (Obr. 2).

Obrázek 1. Grafický znak pro označování bioproduktů



Obrázek 2. Ochranná známka svazu PRO-BIO



## 2.2 Kvalita produktů v ekologickém zemědělství

Jak již dříve bylo zmíněno pojetí jakosti produktů v ekologickém zemědělství se liší od běžného hodnocení konvenčních zemědělských produktů. Kvalita vlastního produktu zde má maximální prioritu a je chápána jako výsledek kvality celého zemědělského systému, tj. jakým způsobem byl produkt vypěstován, zpracován (zušlechtěn), distribuován (zabalen, skladován). Speciální důraz je kladen na kvalitativní vlastnosti produktů, jako jsou minimální hladiny cizorodých látek, čerstvost, přirozenost, nutriční a fyziologické vlastnosti, např. biologická hodnota bílkovin, obsah vitamínů a minerálních látek, chuť atd.<sup>2</sup>

Zárukou autenticity ekolog. produktů je kontrolovaný způsob produkce - pěstování plodin, chov zvířat a způsob zpracování produktů za přísně stanovených pravidel. Právě tento přístup zaručuje definovanou kvalitu a zahrnuje v sobě i etické a morální aspekty vztahu k přírodě.<sup>12</sup>

U ekologických produktů je zvýšená pozornost věnována souvislostem mezi potravinami a zdravím, životní aktivitou, odolností organismu apod. Technologická kvalita a vlastnosti diktované např. požadavky na automatizaci a koncentraci potravinářského průmyslu se považují za méně významné.

Konzumenti, zajímající se o ekologicky pěstované potraviny očekávají vyšší hygienickou a často i nutriční hodnotu, lepší skladovatelnost a někdy též sensorickou kvalitu.<sup>2</sup>

### Nutriční hodnota

Nutriční hodnota (výživová hodnota) vyjadřuje obsah látek, které se příznivě uplatňují v lidské výživě, jejich vnitřní skladbu a vzájemné poměry. Jedná se především o bílkoviny, tuky obsahující esenciální mastné kyseliny, dieteticky významné polysacharidy (vláknina), vitamíny, nezbytné minerální prvky atd. Po nutriční stránce bývají v některých srovnávacích studiích častěji lépe hodnoceny produkty ekologického zemědělství, zejména pokud jde o obsah vitamínů. Z důvodu deficitu dusíku v půdě bývá někdy nižší obsah bílkovin, avšak poměr esenciálních aminokyselin je naopak příznivější. Jedna ze studií např. poukazuje na lepší nutriční hodnotu obilovin, jenž je daná příznivějším poměrem frakcí bílkovin (větší podíl rozpustných bílkovinných frakcí). Z krmných pokusů na potkanech byla překvapivě zjištěna preference ekologické pšenice v krmných směsích před stejnou odrůdou pšenice z konvenčního pěstování, což může být považováno za jeden z důkazů o zvláštní podstatě jakosti ekologických produktů.<sup>12</sup>

Některé studie však uvádějí i méně příznivá fakta jako je např. nižší využitelnost určitých živin. Důvodem bývá vyšší obsah antinutričních látek u ekologicky pěstovaných plodin (např. fenolických sloučenin), kdy jejich obsah narůstá se zvyšujícím se stresem, jemuž jsou tyto plodiny ve srovnání s konvenčně pěstovanými ve větší míře vystaveny.

### Hygienicko-toxikologická jakost

Hygienicko-toxikologická jakost se vztahuje zejména k stupni kontaminace produktů cizorodými a toxickými látkami a také sloučeninami s nežádoucími biologickými účinky. Právě zdravotní nezávadnost je hlavní motivací zájmu spotřebitelů o biopotraviny.

K látkám, které z hlediska hygienicko-toxikologické jakosti považujeme za negativní, patří již dříve zmiňované toxické kovy, rezidua pesticidů, dusičnany, mykotoxiny a jiné přírodní toxiny. Ve světové literatuře neexistuje mnoho prací, jenž by se zabývaly exaktním porovnáním obsahu toxických kovů u vzorků z ekologické a konvenční produkce. V dosud publikovaných studiích nebyly shledány statisticky významné rozdíly v obsahu toxických kovů mezi oběma variantami.<sup>13</sup> Na straně druhé při ekologické produkci jsou minimalizovány až zcela eliminovány chemické prostředky pro ochranu rostlin a dochází tak bezesporu ke snížení rizika kontaminace bioproduktů rezidui pesticidů.<sup>14</sup>

Z tohoto důvodu lze očekávat „vyšší kvalitu“ právě u ekologických produktů. Co se týká obsahu dusičnanů jsou ve většině případů nižší obsahy v produktech ekologického zemědělství.<sup>14, 15</sup> Z hlediska hygienické jakosti je důležité v zemědělských produktech sledovat také hladiny mykotoxinů a jiných přírodních toxinů. Přírodní toxiny jsou součástí přirozeného ochranného systému rostlin, z tohoto důvodu jsou také někdy nazývány „přírodní pesticidy“. Ve zvýšené míře je rostlina produkuje ve stresových situacích (poranění, napadení škůdci, nevhodné podmínky pěstování či skladování), které jsou v případě ekologické produkce pravděpodobně častější. Na tyto aspekty se nesmí zapomínat při šlechtění nových odrůd pro ekologické zemědělství, kdy je preferována vyšší odolnost proti škůdcům. Tato je však často podmíněna právě vyšší hladinou přírodních toxinů, jenž mohou mít na člověka negativní účinek.

### **Technologická kvalita**

Technologická kvalita je ukazatelem charakterizujícím vhodnost daného zemědělského produktu, respektive suroviny, pro různé formy zpracování za průmyslových a kulinárních podmínek (loupateľnost, výtěžnost, barevná stálost, vhodnost k vaření, pečení), odolnost proti mechanickému poškození, skladovateľnost atd. Dosavadní publikované údaje o výsledcích hodnocení jakosti produktů z ekologických pěstebních systémů nepřinášejí vždy hodnoty podle kritérií současných požadavků zpracovatelů. U obilovin je např. nižší obsah lepku a celkově horší technologická jakost pro pekárenské využití.<sup>12, 14</sup>

### **Senzorická jakost**

Zemědělské produkty bývají řazeny do jednotlivých jakostních tříd zejména na základě vnějších znaků jako jsou velikost, tvar, hmotnost, barva a vnější vzhledová bezchybnost. Požadavky, které mají výrobky splňovat jsou pro jednotlivé jakostní třídy definovány normou a zařazení výrobků do určité třídy je pak směrodatné pro cenovou relaci. Je neoddiskutovatelná skutečnost, že v konvenčním způsobu produkce se snáze dosahuje lepších sensorických ukazatelů než v ekologických systémech (není to však pravidlem). Např. vnější vzhled ekologicky pěstované zeleniny bývá většinou horší než u konvenční.<sup>15</sup> Tak například brambory z ekologického zemědělství jsou zpravidla drobnější, s pevnější slupkou a kompaktnější dužinou. Tyto vlastnosti pak zvyšují odolnost hlíz proti mechanickému poškození. Biobrambory vykazují většinou lepší skladovateľnost. Touto problematikou se například zabýval v České republice Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV) v Praze-Ruzyni. Při senzorickém hodnocení byly

příznivěji hodnoceny vzorky biobrambor (u 44 % případů) oproti konvenčním (u 11% případů lepší známka). V ostatních 45 % případů nebyly shledány mezi oběma variantami takové rozdíly, aby se bylo možno přiklonit k některé z nich.<sup>16</sup>

## 2.3 Významné plodiny pěstované v ekologickém zemědělství

### Obiloviny

Důležitou obilovinou pěstovanou v evropských zemích je pšenice. Kvalitu ozimé pšenice z ekologického a konvenčního pěstebního systému sledovali např. ve čtyřleté studii prováděné na Pokusné stanici České zemědělské univerzity v Praze-Uhřetěvsi. Při testování souboru několika odrůd bylo zjištěno, že hlavní podíl na zlepšení jakostních ukazatelů u konvenčního způsobu pěstování má hnojení. Nejvíce byl vliv hnojení patrný na obsahu lepku a obsahu bílkovin v zrně. Konvenční pěstování pšenice tedy rezultuje v lepší mlynářské a pekařské jakosti, posuzované dle požadavků na výkup potravinářské pšenice. Taktéž výnos byl u konvenčního způsobu pěstování výrazně vyšší. Rozhodující vliv na jakostní ukazatele měly klimatické podmínky v daném ročníku. Z ekologického pěstování dosáhly nejlepší jakosti odrůdy Hana a Samanta, přesto byly ve srovnání s konvenčními podmínkami mnohé hodnoty jakostních ukazatelů výrazně sníženy.

Podle dlouhodobých pozorování vychází, že vliv ročníku se podílí na obsahu bílkovin až 78 %, na kvalitě lepku 32 %, zatímco podíl odrůdy činí 68 %. Jedna ze studií potvrzuje, že odrůdy s geneticky založenou dobrou mlynářskou a pekařskou jakostí si tyto vlastnosti zachovávají nezávisle na způsobu pěstování a ročníku.<sup>12</sup>

Jak již bylo uvedeno, velice významný vliv na kvalitu plodin má odrůda. Je tedy žádoucí vyšlechtit odrůdy obilovin vhodné pro ekologickou produkci, jenž by se měly blížit co nejvíce k následujícím požadavkům. V první řadě se jedná o dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům, rychlý nárůst kořenové soustavy a její schopnost přijímat živiny, dále pak o maximální odolnost či vysokou tolerantnost k chorobám.<sup>17</sup>

### Brambory

Jednou z nejvýznamnějších plodin určených k výživě lidstva jsou (vedle pšenice, kukuřice a rýže) stolní brambory (*Solanum tuberosum*) (Obr. 3). Tato plodina je pěstována ve většině zemí světa, roční produkce činí okolo 300 milionů tun.

V České republice zaujímá pěstování brambor nezanedbatelnou část rostlinné produkce ekologického zemědělství. Přehled bioprodukce brambor v posledních letech udává Tab. IV.

Tabulka IV. Přehled osvědčené bioprodukce brambor v letech 1998-2001 v ČR<sup>18</sup>

Rok	Osvědčená bioprodukce (t)
1998	1017,75
1999	1526,00
2000	1685,30
2001	1906,90



Jedná se o jednoletou rostlinu rozmnožující se vegetativně hlízkami nebo generativně semeny. V zemědělské výrobě se výhradně využívá vegetativního množení, generativní množení se uplatňuje zejména pro šlechtitelské účely.

Obrázek 3. Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum*)



Brambory, spolu s jinými okopaninami tvoří základ osevních postupů, regulují a snižují zaplevelenost pozemků, příznivě působí na půdu. Jde o dobrou realizační plodinou, která se může podílet na ekonomické stabilitě podniku.<sup>19</sup> Vzhledem k absenci aplikace syntetických prostředků chemické ochrany a průmyslových hnojiv je produkce biobrambor bezesporu náročnější. Zemědělec musí pro dosažení dobré kvality a uspokojivého výnosu maximálně využít všech povolených (vesměs přírodních) prostředků pro vytvoření podmínek poskytujících po celou dobu vegetace vyhovující prostředí pro zdárný vývin rostliny.

Během posledního desetiletí bylo publikováno mnoho studií zabývajících se porovnáním kvalitativních i kvantitativních charakteristik brambor z ekologického a konvenčního systému pěstování. Také Ústav chemie a analýzy potravin se zapojil do těchto aktivit. Dosažené výsledky jsou uvedeny v závěrečné části této práce. V následujících odstavcích jsou nejprve shrnuty obecné informace o této významné plodině

### Kvalita brambor

Kvalitu brambor lze hodnotit z několika pohledů. Pěstitelé vyžadují zejména vysoký výnos, odolnost hlíz proti mechanickému poškození, odolnost proti chorobám a škůdcům, přizpůsobivost různým půdním, srážkovým a teplotním podmínkám, vhodnost ke skladování. Zpracovatele

naopak zajímá technologická kvalita, tedy vhodnost pro průmyslové či kulinární zpracování (loupateľnost, výtěžnost, barevná stálost, vhodnost k vaření, pečení atd.). Spotřebitel pak hodnotí kvalitu bramborových hlíz. Vnější kvalita brambor je charakterizována velikostí a tvarem hlíz, hloubku oček, typem a neporušeností slupky zejména strupovitostí nebo mechanickým poškozením popř. jinými chorobami. Vnitřní kvalitou se rozumí souhrn sensorických vlastností a nutriční kvality.<sup>20</sup>

### Chemické složení bramborových hlíz

Hlízy bramboru obsahují celou řadu sloučenin uplatňujících se ve výživě člověka. Brambory slouží nejen jako zdroj energie, ale jsou též důležitým zdrojem vitamínů, minerálních látek a proteinů s vysokou nutriční hodnotou, neboť obsahují velké množství esenciálních aminokyselin (hlavně lysinu). Chemické složení brambor je do určité míry závislé na pěstebních podmínkách a zvláště na odrůdě. Během skladování dochází ke změnám obsahů některých složek. Průměrné hodnoty důležitých látek v hlízách bramboru udává Tab. V. Mimo potenciálně nutričně významné složky jsou však v hlízách bramboru přítomny také látky s negativními účinky. Jedná se např. o dusičnany, těžké kovy, přírodní toxiny (zejména glykoalkaloidy).<sup>20</sup>

Tabulka V. Základní údaje o složení bramborových hlíz<sup>21</sup>

Hlavní složky brambor (na 100 g jedlého podílu)	jednotky	průměr	rozmezí
voda	g	77,8	73,8 - 81,8
celkový dusík	g	0,33	-
bílkoviny	g	0,04	1,42 - 2,93
tuky	g	0,11	0,04 - 0,17
sacharidy	g	14,8	-
organické kyseliny	g	0,61	-
<i>minerální látky (celkem)</i>	<i>g</i>	<i>1,02</i>	<i>0,60 - 1,30</i>
Na	mg	2,7	0,8 - 5,2
K	mg	418	340 - 600
Mg	mg	21	17 - 32
Ca	mg	6,4	5,6 - 18
P	mg	50	35 - 79
Fe	μg	434	118 - 1500
Zn	μg	344	289 - 450
<i>vitamíny</i>			
kyselina askorbová	mg	17	10 - 40
thiamin	μg	110	68 - 140
riboflavin	μg	47	30 - 75
niacin	mg	1,2	0,8 - 1,6

### **3. HODNOCENÍ KVALITY BRAMBOR Z ORGANICKÉHO A KONVENČNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ**

Dále uvedený text srovnává dosažené výsledky s dostupnými pracemi dalších odborníků, zaměřenými na odbornou problematiku. Detailnější popis projektů VŠCHT je uveden v Přílohách A – C.

#### **3.1 Sacharidy**

Sacharidy vznikají v bramborové hlíze procesem fotosyntézy. Zásobním polysacharidem brambor ukládajícím se v hlíze je škrob, který se v lidské výživě uplatňuje jako významný zdroj energie. Škrob je v hlízách uložen ve formě škrobových zrn o typickém lasturovitém tvaru a různé velikosti. Obsah škrobu je variabilní a je ovlivněn zejména odrudou a způsobem pěstování.

Mezi další polysacharidy vyskytující se v bramborách a tvořící především buněčné stěny patří celulóza, hemicelulózy, pentosany a pektiny.

Škrobnatost je jedním z parametrů testovaným při porovnání ekologické a konvenční produkce. Brambory z ekologického systému produkce mají zpravidla vyšší obsah škrobu, naznačují to výsledky víceletých srovnávacích studií s různými odrudami a v různých lokalitách (např. v Německu, Švédsku, České republice). V pokusech z let 1994-1997 prováděných Výzkumným ústavem rostlinné výroby v Praze – Ruzyni byly zjištěny vyšší hodnoty škrobnatosti hlíz v 66,1 % případů u ekologických a ve 28,8 % případů u konvenčních, zbytek (5,1 %) připadal na páry s nepatrným rozdílem.<sup>13</sup> Jiná studie z let 1996-1998 prováděná Zemědělskou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v lokalitě Jindřichohradecka ukazuje na zvýšený obsah škrobu v hlízách biobrambor u všech osmi sledovaných odrud, přičemž nejvyšších průměrných hodnot dosáhla odruda Christa.<sup>19</sup>

#### **3.2 Bílkoviny**

Brambory obsahují sice nevelké množství bílkovin (něco přes 2 % v čerstvé hmotě), ale s velmi hodnotnou aminokyselinovou skladbou. Z výsledků různých studií v uplynulých třech desetiletích se ukazuje, že brambory, vypěstované konvenční technologií s aplikací pohotových a rychle využitelných minerálních dusíkatých hnojiv, mají zpravidla vyšší obsah celkového dusíku a hrubých bílkovin, který stoupá úměrně ke zvyšujícím se dávkám dusíku. Ekologické brambory však prokázaly v některých pokusech vyšší relativní obsah čistých bílkovin a lepší skladbu aminokyselin.<sup>13</sup>

#### **3.3 Volné aminokyseliny**

##### **Asparagin**

V bramborových hlízách jsou přítomny také volné aminokyseliny, z nichž největší podíl zaujímá asparagin reprezentující asi 40 % z jejich celkového množství.<sup>22</sup> Hladiny volného asparaginu se pohybují řádově v jednotkách g/kg čerstvých hlíz.<sup>23</sup> Tab. VI uvádí zastoupení významných volných aminokyselin v hlízách dvou odrud brambor.



Při skladování brambor dochází ke změnám v obsahu volných aminokyselin, přičemž nárůst jejich obsahu lze pozorovat zejména v průběhu pozdního skladovacího období, kdy dochází ke vzrůstu proteinázové aktivity v důsledku níž se mohou přítomné proteiny štěpit za vzniku volných aminokyselin. Rozklad proteinů je spojován s končícím obdobím dormance a mobilizací dusíkatých rezerv pro období klíčení. Důležitou úlohu zde hraje i skladovací teplota, při vyšších skladovacích teplotách je obsah volných aminokyselin vyšší.<sup>23</sup>

**Tabulka VI. Zastoupení volných aminokyselin v bramborových hlízách u odrůd Pentland Dell a Record<sup>23</sup>**

Aminokyselina	Obsah v g/kg čerstvých hlíz		% z obsahu celkových volných aminokyselin		
	Odrůda	Pentland Dell	Record	Pentland Dell	Record
Asparagin		2,06-9,31	1,38-8,23	25-50	21-45
Glutamin		1,76-7,66	1,93-9,55	17-45	25-51
Asparagin + glutamin		3,82-16,98	3,31-17,78	50-90	50-90
Kyselina asparagová		0,03-0,90	<0,01-0,89	<1-4	<1-3
Kyselina glutamová		0,15-1,32	0,08-1,39	<1-12	<1-11

### Asparagin – prekurzor akrylamidu

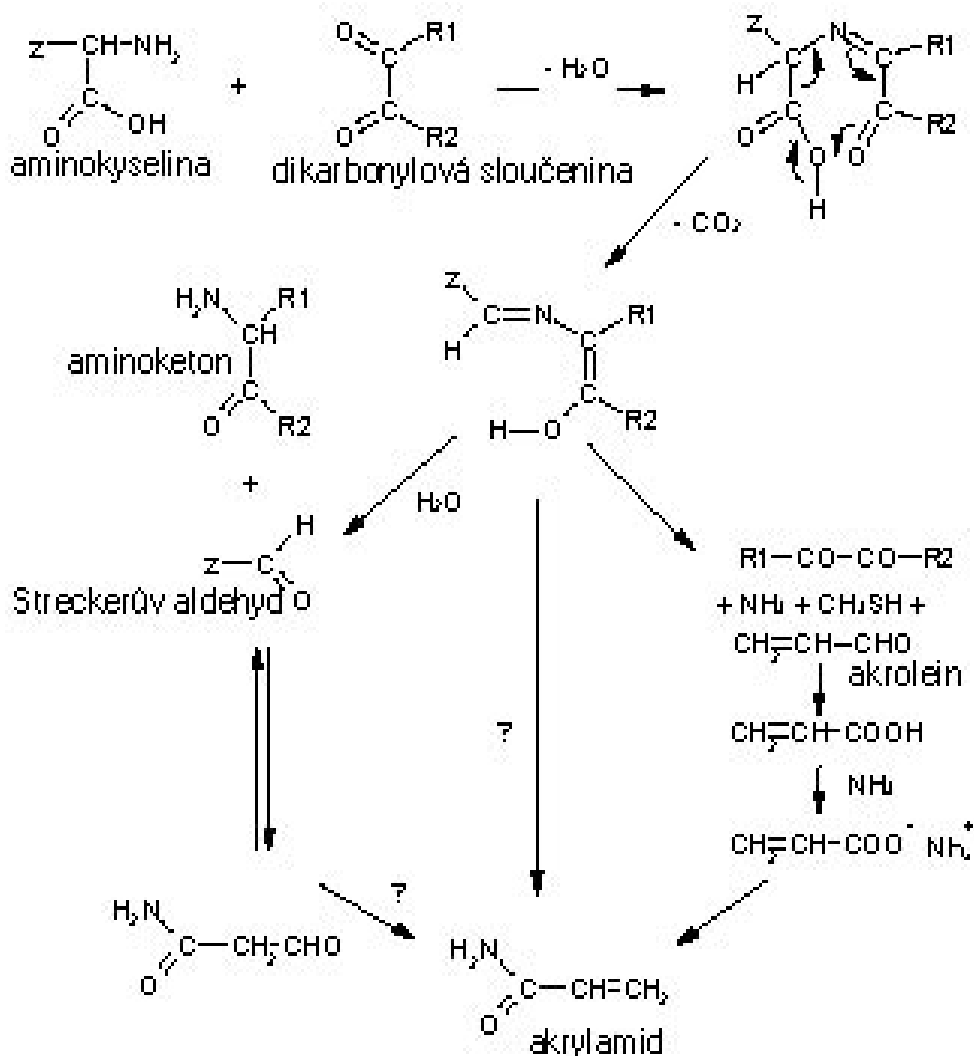
Novým závažným problémem v bezpečnosti potravin je zjištění skutečnosti, že v potravinách s vysokým obsahem škrobu při tepelném zpracování může docházet (při teplotách nad 170 °C) k intenzivní tvorbě akrylamidu. Vysoké nálezy byly hlášeny například v bramborových lupíncích a dalších produktech na bázi brambor. Jak bude dále ukázáno, tvorba akrylamidu je podmíněna dostupností prekurzorů. Z tohoto důvodu je zde pozornost věnována sledování obsahu asparaginu.

Modelové studie zabývající se vznikem akrylamidu v potravinách poukazují na to, že asparagin (jako majoritní volná aminokyselina brambor a obilovin) je pravděpodobně jedním z hlavních prekurzorů akrylamidu v tepelně upravených (smažených, pečených) produktech z brambor a obilovin.

Akrylamid je klasifikován dle IARC (International Agency for Research on Cancer) jako potenciální lidský karcinogen, způsobující neurologické změny u člověka a jedná se o prokázaný karcinogen laboratorních hlodavců.<sup>24, 25</sup> Akrylamid vzniká v potravinách vystavených při technologickém či kulinárním zpracování teplotám vyšším než 100 °C tzv. Maillardovou reakcí, přičemž potraviny bohaté na sacharidy vykazují vyšší hladiny akrylamidu než potraviny bohaté na bílkoviny.<sup>26</sup> Vysoké hladiny (150-4000 µg/kg) byly nalezeny ve smažených a pečených potravinách s vysokým obsahem škrobu (např. smažené bramborové produkty). Možná cesta vzniku akrylamidu (Obr. 4) zahrnuje Streckerovu degradaci aminokyselin asparaginu (popř. methioninu) v přítomnosti dikarboxylových produktů Maillardovo reakce.<sup>22</sup>

V oblasti toxikologie akrylamidu existuje ještě mnoho nezodpovězených otázek, a proto je vzhledem k závažnosti potenciálního rizika snahou odborníků odhalit podstatu procesů vedoucích ke vzniku akrylamidu v potravinách. Při výrobních technologiích je možné volbou vhodných podmínek (např. nižší teploty) a vhodných surovin (suroviny s nižším obsahem látek vstupujících do výše uvedených reakcí) omezit vznik akrylamidu.

Obrázek 4. Vznik akrylamidu<sup>22</sup>



kde Z =  $-CH_2CONH_2$  pro asparagin  
 $-CH_2CH_2SCH_3$  pro methionin

### 3.4 Lipidy

Zastoupení lipidů v hlízách bramboru je velice nízké, okolo 0,1 %. Jedná se o volné mastné kyseliny, neutrální lipidy a fosfolipidy. Mezi nejdůležitější mastné kyseliny, jenž jsou součástí lipidů bramborových hlíz patří kyselina linolová, linolenová, palmitová a stearová.

### 3.5 Vitamíny

Brambory jsou vzhledem k jejich velké konzumaci označovány za významného donátora vitamínu C. Mezi další důležité vitamíny brambor patří thiamin ( $B_1$ ), riboflavin ( $B_2$ ), kyselina nikotinová, prokázána byla i přítomnost karotenu a pyridoxinu ( $B_6$ ).

## Kyselina askorbová (vitamín C)

Kyselina L-askorbová je významným ukazatelem nutriční jakosti brambor. Uplatňuje se v biologických systémech jako přenašeč elektronů v oxidačně redukčních systémech, má antioxidační účinky. Obsah kyseliny askorbové se mění během skladování a velký vliv na její hladiny má také způsob kulinární úpravy. Rozmezí obsahu této kyseliny se pohybuje mezi 80 až 400 mg/kg čerstvých hlíz.<sup>27</sup>

Porovnáním obsahu kyseliny askorbové v bramborách z ekologického a konvenčního zemědělství se zabývají mnohé studie. V rámci výzkumu VÚRV v letech 1994-1998 byl vyšší obsah kyseliny askorbové stanoven v 61 % případů sledovaných vzorků u ekologické varianty a v 32 % případů u varianty konvenční. U zbývajících 7 % dvojic byly hodnoty prakticky stejné.<sup>16</sup> Ve studii Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity z let 1996-1997 nebyl prokázán vliv způsobu pěstování na obsah kyseliny askorbové. Zjištěné hodnoty se ukázaly závislé na odrůdě.<sup>19</sup> Na VŠCHT v Praze v letech 1996-1998 bylo zjištěno, že obsah kyseliny askorbové je závislý jak na lokalitě, tak na způsobu pěstování. Značná variabilita byla zjištěna pro jednotlivé ročníky. Častěji byly vyšší hodnoty shledány u ekologicky pěstovaných odrůd.<sup>28</sup>

## 3.6 Barviva

Barva dužiny brambor je jedním z odrůdových znaků brambor a mívá, v závislosti na obsahu karotenů a jejich forem, bílé až žluté zbarvení. Při působení světla se mohou hlízy zbarvovat do zelena, a to v důsledku přeměny leukoplastů v 3 mm vrstvě pod slupkou na chloroplasty a produkovat chlorofyl.

## 3.7 Organické kyseliny

V bramborových hlízách jsou obsaženy organické kyseliny (kyselina citrónová, isocitrónová, jablečná, vinná, šťavelová, pyrohroznová a další). Jejich celkový obsah ovlivňuje aciditu brambor a tím pádem i probíhající biochemické reakce, do nichž mohou vstupovat jako substráty, katalyzátory nebo inhibitory.

## 3.8 Minerální látky

Zastoupení prvků je dalším kvalitativním ukazatelem jakosti hlíz. Nejvíce zastoupený je draslík, jehož obsah se pohybuje v průměru okolo 2 % v sušině a představuje asi polovinu všech minerálních látek. Mezi významné prvky hlíz bramboru patří také železo, fosfor a vápník. V souvislosti s hygienicko-toxikologickou jakostí je třeba věnovat pozornost zvláště toxickým prvkům, především kadmium. V tříleté studii prováděné na VŠCHT byly sledovány hladiny následujících prvků Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Hg, Zn, As, Se, Pb, Cd v různých odrůdách brambor ze dvou lokalit. Obsah žádného z nich nepřesáhl ve sledovaných letech hygienický limit a obsah olova a rtuti byl pod detekčním limitem. Byl zjištěn významný rozdíl mezi ročníkem, lokalitou i způsobem pěstování.<sup>28</sup>

### 3.9 Dusičnany

Dusičnany jsou významným kritériem pro posouzení hygienicko-toxikologické jakosti. Obsah dusičnanů je jedním z antinutričních faktorů mezi rostlinnými produkty určenými pro výživu člověka a hospodářských zvířat a patří k ukazatelům, které jsou velmi silně ovlivněny způsobem pěstování.<sup>28</sup> V současné době je zákonem o potravinách (110/1997) a související vyhláškou (53/2002 Sb.) hranice pro obsah dusičnanů u konzumních brambor 300 mg/kg hlíz, pro rané brambory 500 mg/kg hlíz.

Ve srovnávacích studiích obsahu dusičnanů v hlízách brambor pěstovaných konvenčním, resp. ekologickým způsobem byla v přesvědčivé většině případů konstatována minimální tendence k nižšímu obsahu dusičnanů v bramborách z ekologického pěstování, většinou však šlo o statisticky signifikantní rozdíly. Neznamená to však, že i při výlučně organickém hnojení by nemohlo dojít ke zvýšené koncentraci dusičnanů v hlízách. Příčinou mohou být např. větší kvanta dusíku nahromaděného předplodinou, jakož i nadměrné a časově nevhodné dávky organických hnojiv, bohatých dusíkem. Důležitou roli při tom sehrávají meteorologické podmínky spolu se způsobem zpracování půdy a její mineralizační schopností. Tak může v některých případech dojít ke zvýšení intenzifikační aktivity a mineralizaci dusíku z organické substance v půdě a tudíž i k abnormálnímu nahromadění dusičnanů v hlízách. Rizikovější jsou v tomto směru velmi rané a rané odrůdy.<sup>13</sup>

Studie Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity z let 1996-1998 potvrzuje výše uvedenou skutečnost, neboť uvádí výrazně nižší obsah dusičnanů u ekologicky pěstovaných brambor u všech osmi sledovaných odrůd, současně poukazuje na vliv odrůdy a ročníku na průměrný obsah dusičnanů.<sup>19</sup> Ke stejným závěrům dospěli ve svých studiích z let 1996-1998 i na VŠCHT v Praze, kdy hlízy z ekologické produkce obsahovaly statisticky významně nižší hladiny dusičnanů.<sup>28, 29</sup>

### 3.10 Glykoalkaloidy (GA)

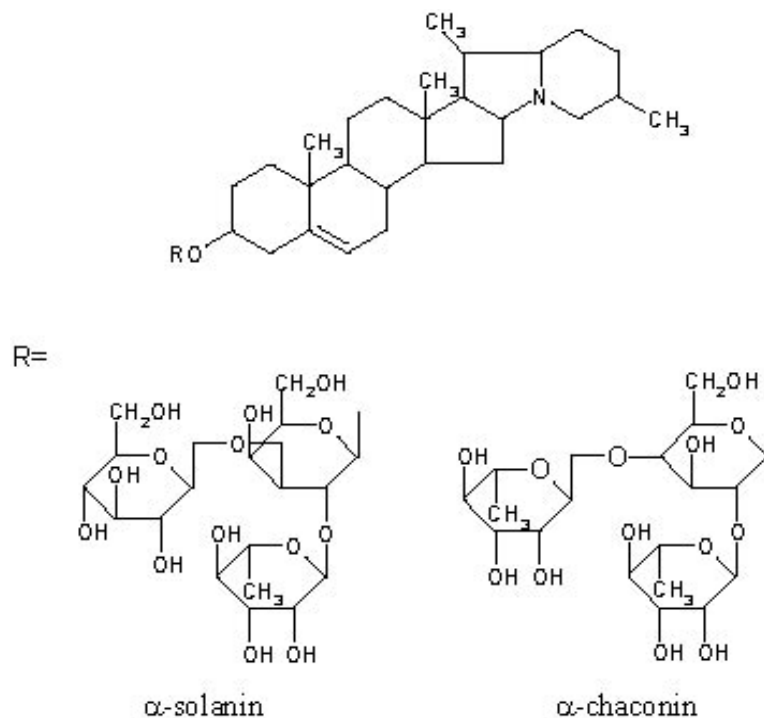
Mezi přirozené toxické látky brambor patří steroidní glykoalkaloidy.

#### Struktura GA

Skelet glykoalkaloidů se skládá z aglykonu (nepolární, lipofilní část) a na něj navázaného cukerného zbytku – glykosidu (polární část molekuly). V případě konzumních brambor tvoří přibližně 95 % přítomných glykoalkaloidů  $\alpha$ -solanin a  $\alpha$ -chaconin. Jedná se o látky se shodným aglykonem nazývaným solanidin a lišící se ve složení glykosidu, jak je patrné z Obr. 5.

#### Výskyt a distribuce GA

Glykoalkaloidy jsou součástí ochranných mechanismů rostliny a vyskytují se ve všech jejích částech, avšak ve výrazně odlišných hladinách (Tab. VII). Nejvyšší hladiny jsou soustředěny v pletivech s vysokou metabolickou aktivitou, zvláště v květech, klíčcích, plodech, kořenech a listech. Koncentrace glykoalkaloidů v hlízách je nejvyšší v povrchových vrstvách a směrem do středu klesá.<sup>30</sup>

Obrázek 5. Struktura  $\alpha$ -solaninu,  $\alpha$ -chaconinuTabulka VII. Hladiny GA v jednotlivých částech rostliny *Solanum tuberosum*<sup>31</sup>

Část rostliny	Koncentrace GA v mg/kg čerstvé hmoty
klíčky	2000 - 10000
květy	3000 - 5000
listy	400 - 1400
stonky	30 - 300
kořeny	180 - 850
<b>hlízy</b>	
celá hlíza	10 - 180
slupka (3 mm vrstva)	300 - 500
dužina	12 - 50

Kromě již zmíněných hlavních glykoalkaloidů brambor ( $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu) se v kulturních odrůdách nacházejí i minoritní zástupci, jedná se např.  $\beta$ -solanin,  $\beta$ -chaconin,  $\chi$ -solanin,  $\chi$ -chaconin,  $\alpha$ - a  $\beta$ -solamarin.<sup>32</sup> V divoce rostoucích bramborách se vyskytují také commersonin, dehydrocommersonin, demissin, leptin, leptinin, solamarin, tomatin, sisunin, solasonin, solamargin. Tyto GA mohou v některých planých druzích brambor tvořit podstatnou část celkových glykoalkaloidů. Jejich obsah je také spojován s odolností vůči bramborovým škůdcům jako je mandelinka bramborová či dřepčik bramborový.<sup>33</sup>

### Vlastnosti GA

Čisté glykoalkaloidy mají vzhled bílé krystalické látky. Jsou omezeně rozpustné ve vodě, methanolu, ethanolu a dalších polárních rozpouštědlech v závislosti na pH roztoku. Jedná se o značně termostabilní sloučeniny. Termická degradace se nevyskytuje dokud teplota nedosáhne 230 až 280 °C.<sup>34</sup> Absorpční maximum je v UV oblasti, a to při 200 - 210 nm.

## Faktory ovlivňující hladiny GA

Množství glykoalkaloidů v bramborových hlízách je závislé především na odrůdě (genetická dispozice). Významný vliv mají také půdní a klimatické podmínky. Dále se uplatňuje vliv lokality, ročníku, fyziologické zralosti, mechanického poškození, intenzity a druhu osvětlení během skladování, teploty atd.<sup>31,34</sup>. Např. jedna ze studií prováděných v Polsku sledovala vliv odrůdy (pro pokus byly vybrány tři odrůdy: Aster – velmi raná, Mila – raná, Bryza – pozdní) a doby sklizně (zvoleny tři období sklizně) na hladinu GA. Nejvyšší hladiny GA byly (pro všechny doby sklizně) zjištěny u velmi rané odrůdy, naopak nejnižší hladiny u odrůdy pozdní.<sup>35</sup> Bylo publikováno mnoho studií věnujících se vlivu způsobu pěstování (ekologická x konvenční produkce) na hladiny glykoalkaloidů, zatím však nebyl vliv tohoto faktoru prokázán.

## Změny obsahu GA během skladování a zpracování

Světlo, mechanické poškození, extrémní teploty či klíčení během skladování mohou mít za následek výrazný nárůst (až pětinasobný) hladin glykoalkaloidů v hlízách.<sup>36</sup> Působením světla dochází k tzv. zezelenání hlízy, což souvisí se syntézou chlorofylu. Současně se zvyšuje hladina glykoalkaloidů. Vzdělání obsahu závisí na intenzitě světla a na délce expozice. Krátké vlnové délky způsobují vznik glykoalkaloidů, delší vlnové délky syntézu chlorofylu. Uplatňuje se také vliv teploty, kdy za vyšší teploty je syntéza intenzivnější. Vliv světla na obsah  $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chakoninu v bramborách byl sledován např. ve studii prováděné ve Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě. Za přesně definovaných podmínek byly brambory vystaveny světlu, a to po dobu jednoho a dvou týdnů. U všech sledovaných odrůd následkem toho došlo k nárůstu obsahu glykoalkaloidů v hlízách, přičemž se vždy obsah  $\alpha$ -solaninu zvýšil více než obsah  $\alpha$ -chaconinu. V průměru byl přírůstek celkových GA za 2 týdny přibližně dvojnásobný oproti 1 týdnu. Průměrný procentický nárůst obsahu glykoalkaloidů byl nejvyšší u raných odrůd, pak následovaly odrůdy polorané, polopozdní, pozdní a nejnižší přírůstek byl u velmi raných odrůd. Lze tedy konstatovat, že citlivost k syntéze steroidních glykoalkaloidů vlivem světla závisí na odrůdě a fyziologické zralosti.<sup>37</sup>

Koncentrace glykoalkaloidů v produktech z brambor závisí na jejich obsahu v původní surovině. Přestože jsou GA značně termostabilní (odolávají mražení i sušení, nerozkládají se vařením, pečením, mikrovlnným ohřevem) dochází v průběhu technologického a kulinárního zpracování k částečnému snižování jejich hladin<sup>34</sup> jak demonstruje Tab. VIII. Poměrně značný podíl glykoalkaloidů (okolo 50 %) lze odstranit loupáním.<sup>38</sup> Při vaření brambor ve vodě dochází k jejich úbytku výluhem. K výraznému snížení celkového obsahu GA dochází při výrobě bramborových lupínků, a to v důsledku vyplavení škrobu (a s ním i značné části glykoalkaloidů) z hlíz nakrájených na tenké plátky.<sup>34</sup> Ani při smažení nedochází k destrukci GA, ale v důsledku úbytku vody se zvyšuje jejich relativní obsah v potravině. Působením hydroláz nebo v kyselém prostředí probíhá hydrolýza glykoalkaloidů za vzniku aglykonu a cukerného zbytku, aglykon je stabilní.



Tabulka VIII. Změny hladin glykoalkaloidů během technologického a kulinárního zpracování brambor<sup>34</sup>

Proces zpracování hlíz	Průměrné % snížení celkových GA (100 % odpovídá syrovým hlízám)
vaření ve slupce	24,8
vaření bez slupky	55,7
bramborové hranolky	46,1
bramborové lupínky	76,6

## Toxicita GA

Mechanismus toxického účinku glykoalkaloidů spočívá v inhibici enzymu acetylcholinesterázy centrálního nervového systému a ve schopnosti narušovat membrány zažívacího traktu a některých orgánů.<sup>39</sup> Typickými příznaky otravy jsou nevolnost, zvracení, průjem, žaludeční křeče, bolesti hlavy, závratě<sup>31,39</sup>. Vysoké dávky mohou mít hemorhagické a hemolytické účinky. V pokusných studiích na laboratorních zvířatech byl prokázán teratogenní účinek glykoalkaloidů ve vysokých dávkách.  $\alpha$ -solanin a  $\alpha$ -chakonin mají v tomto ohledu synergistický účinek, který závisí do značné míry na jejich vzájemném poměru.<sup>39,40</sup>

Denní příjem průměrného konzumenta se v evropských zemích pohybuje okolo 1 mg glykoalkaloidů na kg tělesné hmotnosti, přičemž již příjem 2 – 5 mg GA/kg tělesné hmotnosti vyvolává příznaky otravy a letální dávka je 3 – 6 mg GA/kg tělesné hmotnosti. Z důvodu absence údajů o chronické toxicitě nebyla dosud stanovena hodnota NOAEL (No Observed Adverse Effect Level), a tedy ani hodnota přípustného denního příjmu ADI (Acceptable Daily Intake). Maximální přípustné množství MRL (Maximum Residue Limit) je ve většině zemí stanoveno na 200 mg GA/kg neloupaných brambor.<sup>31,39</sup> V České republice je na glykoalkaloidy pamatováno ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., která stanovuje přípustné množství GA (5/1) ve výši 200 mg/kg neloupaných hlíz. Nad tuto hranici se potravinu pokládá za jinou než zdravotně nezávadnou. Uvedený zlomek (5/1) znamená, že z pěti posuzovaných vzorků je u jednoho možno tolerovat hodnotu vyšší, ale pouze o 50 % hodnoty přípustného množství.<sup>41</sup> S ohledem na možnost prudkého nárůstu hladiny GA za nepříznivých podmínek se nedoporučuje zařazovat mezi registrované odrůdy s hladinami nad 100 mg/kg neloupaných hlíz.

Jako příklad nálezů značně zvýšených hladin glykoalkaloidů u konzumních brambor lze uvést Švédskou studii z roku 1986, kdy byly zjištěny hladiny GA u odrůdy Magnum Bonum v rozmezí 61 až 665 mg/kg čerstvých hlíz, přičemž 66 % vzorků překročilo výše uvedený limit 200 mg/kg čerstvých neloupaných hlíz. Výrazný nárůst obsahu GA byl nejprve přičítán chladnému a deštivému počasí v průběhu sezóny, ale následující výzkum tuto hypotézu nepotvrdil.<sup>42</sup>

## 3.11 Fenolické látky

### Funkce fenolických sloučenin u rostlin

Fenolické sloučeniny patří mezi sekundární metabolity rostlin a spolu se svými deriváty hrají důležitou úlohu při obranných (ochranných) mechanismech rostliny. Při ochraně rostlin proti škůdcům, jako jsou např. bakterie, houby a viry, se uplatňují zejména oxidační produkty těchto sloučenin. Pro fytopatogeny jsou zvláště toxické polymerní polyfenolické sloučeniny. Enzym katalyzující polymeraci fenolických sloučenin se nazývá polyfenoloxidáza (PPO).

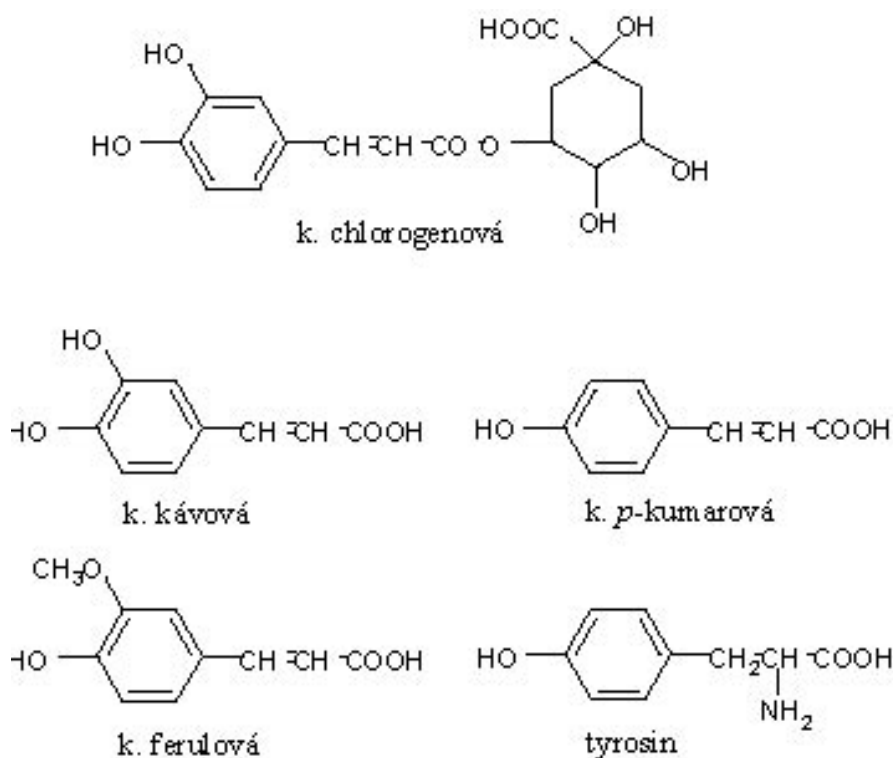
Polyfenolické sloučeniny inhibují růst bakterií a způsobují inhibici enzymů rozkládajících buněčné stěny (např. polygalakturonáza, glukán syntáza). S bílkovinami reagují za vzniku nerozpustných taninů. Uplatňují se také při rezistenci bramborových hlíz vůči hnilobě, kdy je efekt pravděpodobně založen na vzniku polyfenolických sloučenin působením polyfenoloxidázy.<sup>36</sup>

### Výskyt, distribuce, struktura

V hlízách bramboru je nejvíce zastoupena kyselina chlorogenová, která tvoří až 90 % z celkového obsahu polyfenolů. Bylo identifikováno několik izomerů této kyseliny, jedná se o kyselinu isochlorogenovou, neochlorogenovou a kryptochlorogenovou. Kyselina chlorogenová je za běžných laboratorních podmínek v roztoku nestálá, rozkládá se na kyselinu chinovou a kávovou a také izomeruje.

Mezi další fenolické sloučeniny, které by mohly být (dle údajů publikovaných v odborné literatuře<sup>36, 43</sup>) přítomny v bramborových hlízách patří kyselina gallová, kávová, p-kumarová, ferulová, skořicová a tyrosin. Struktura vybraných fenolů je znázorněna na Obr. 6.

Obrázek 6. Struktura vybraných fenolických sloučenin



Co se týká distribuce polyfenolických sloučenin v bramborových hlízách, je asi 50 % obsaženo ve slupkách a přilehlých tkáních (kortex + pokožka), směrem do středu hlízy koncentrace klesá. Hladiny kyseliny chlorogenové v jednotlivých částech rostliny jsou uvedeny v Tab. IX.

Tabulka IX. Hladiny kyseliny chlorogenové v jednotlivých částech rostliny *Solanum tuberosum*<sup>36</sup>

Část rostliny	Obsah kyseliny chlorogenové v mg/kg
hlízy	173,6 ± 11,9
kořeny	263,4 ± 8,2
listy	2235,3 ± 9,5
klíčky	7540,6 ± 251,7



## Faktory ovlivňující hladiny polyfenolických sloučenin

Hladiny celkových polyfenolů v hlízách bramboru jsou závislé zvláště na odrůdě, dále pak na lokalitě pěstování. V jedné ze studií byl mimo jiné sledován také vliv způsobu pěstování (ekologická x konvenční produkce) na obsah celkových polyfenolů. U brambor z ekologického způsobu produkce byl zjištěn v průběhu tří let vyšší obsah celkových polyfenolů v hlízách než u brambor vypěstovaných konvenční technologií.<sup>44</sup>

Na obsah polyfenolických sloučenin má vliv způsob skladování. Při nižších skladovacích teplotách, kdy je nízká aktivita PPO, je obsah polyfenolů vyšší. Naopak zvýšená aktivita PPO má za následek rychlejší transformaci polyfenolů na polymerní pigmenty. Dalším faktorem majícím vliv na hladinu polyfenolů je světlo. Expozice brambor světlu po sklizni je doprovázena vzrůstem koncentrace kyseliny chlorogenové a biosyntézou chlorofylu, což se projeví zeleným zbarvením hlíz. Při uchovávání ve tmě dochází k mnohem mírnějšímu nárůstu obsahu této kyseliny. Nárůst obsahu kyseliny chlorogenové v přítomnosti světla může být důsledkem indukce fenylalanin deaminázy, která katalyzuje její biosyntézu. Jako prevence nežádoucího klíčení hlíz během skladování se uplatňuje  $\gamma$ -záření, které mimo to hraje i ochrannou funkci proti fytopatogenům.<sup>36</sup>

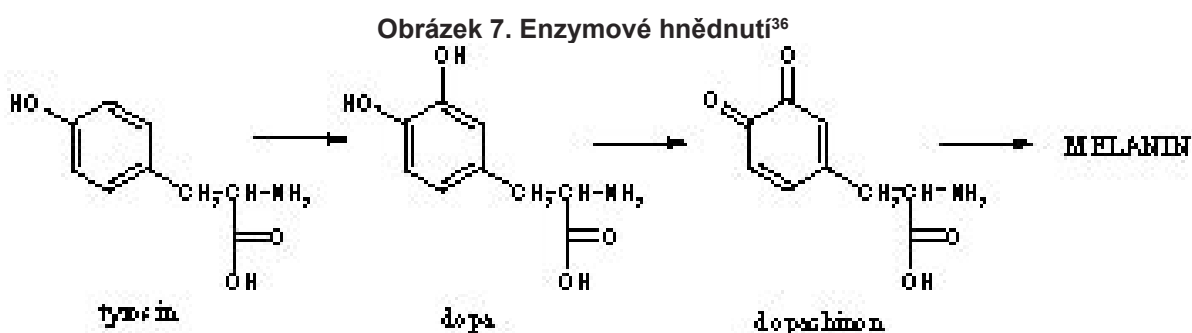
## Barevné změny

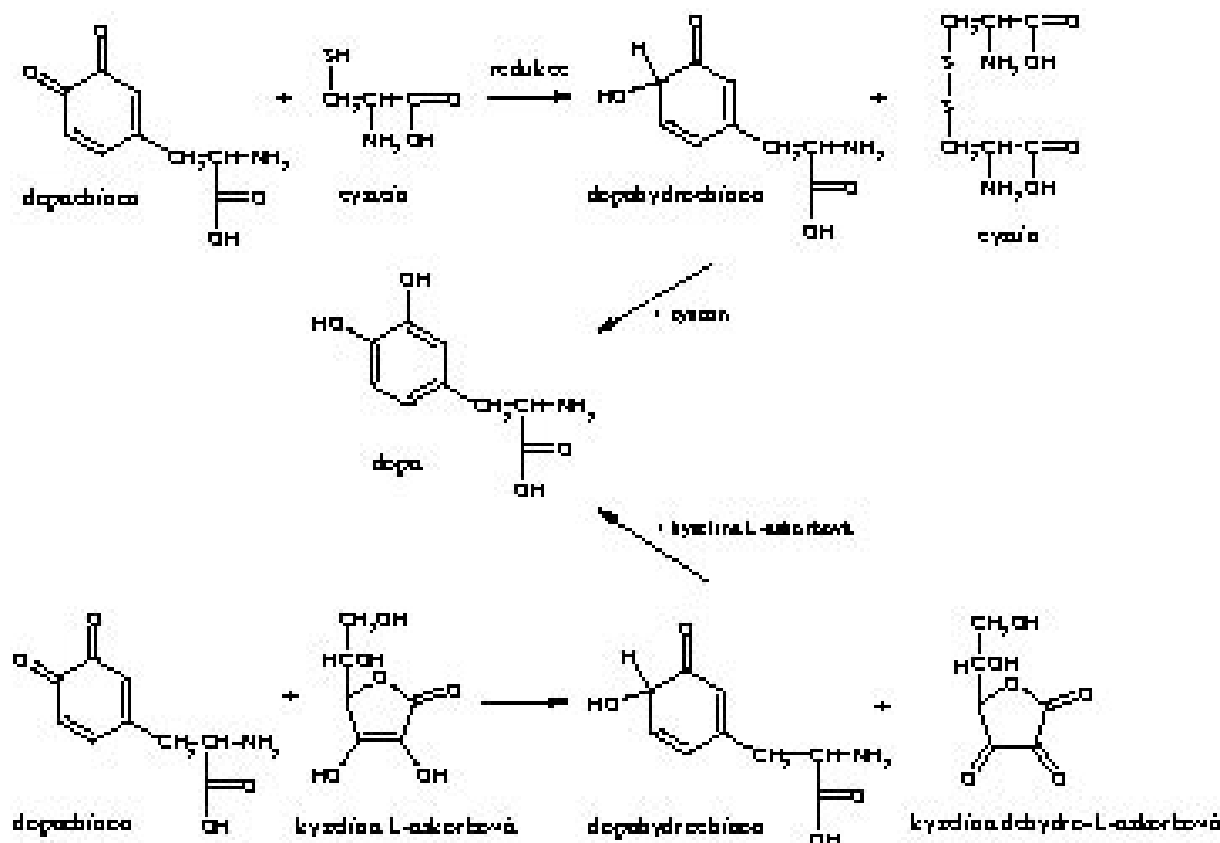
Fenoly jsou prekurzory sloučenin, které způsobují typické barevné změny produktů z brambor (hnědé, modrošedé zbarvení). Tyto změny jsou konzumenty vnímány negativně, a proto je snahou jim v řadě technologií předcházet.

Na tvorbě barevných produktů během zpracování brambor se podílejí následující mechanismy:

### 1) enzymové hnědnutí

S enzymové hnědnutí se setkáváme pouze u syrových hlíz, a to při jejich poškození např. loupáním, krájením, strouháním, kdy dochází k oxidaci fenolů v živých tkáních. Enzymatické změny barvy nejvíce souvisí s celkovým obsahem polyfenolů a hladinou volného tyrosinu v bramborách. Působením oxidativních enzymů je tyrosin za přítomnosti vzduchu oxidován na reaktivní chinony, ze kterých neenzymově vznikají postupně až na melaniny (Obr. 7). Mezi hlavní polyfenolické sloučeniny, jenž jsou substráty polyfenoloxidázy, a které přispívají k enzymové hnědnutí brambor, patří již zmíněný tyrosin, dále kyselina kávová a kyselina chlorogenová. Přírodně se vyskytujícím inhibítorem vzniku barevných produktů je kyselina askorbová. Předpokládaný mechanismus inhibice enzymového hnědnutí kyselinou askorbovou a cysteinem je znázorněn na Obr. 8.



Obrázek 8. Prevence enzymového hnědnutí<sup>36</sup>

Bylo zjištěno, že enzymové hnědnutí závisí na koncentraci a typu fenolických sloučenin, na koncentraci a substrátové specifitě PPO, na koncentraci inhibitorů hnědnutí (kyselina askorbová) a dále také na koncentraci kyslíku, hodnotě pH, teplotě a přítomnosti lipidických sloučenin. Sledován byl i vliv odrůdy a způsobu skladování, přičemž se zjistilo, že u odrůd s vyšším obsahem kyseliny askorbové je enzymové hnědnutí méně intenzivní. S prodlužující se dobou skladování klesá aktivita PPO.

Oxidací tyrosinu vznikají tmavě hnědé až černé produkty (melaniny), zatímco oxidační produkty kyseliny chlorogenové a kávové mají žluté až žlutohnědé zbarvení (o-chinony).<sup>45</sup>

Obsah tyrosinu, jenž ovlivňuje enzymové hnědnutí, kolísá podle stupně zralosti brambor, zvyšuje se v závislosti na oddálení sklizně. Vzrůstající hladiny aplikovaného dusíku mají za následek zvýšené enzymové hnědnutí v bramborách.<sup>46</sup>

V jiné studii nebyl prokázán vliv obsahu polyfenolů na rozsah enzymového hnědnutí (celkových polyfenolů, tyrosinu, kyseliny chlorogenové). Jeho rozsah zde koreloval pouze s aktivitou PPO a obsahem sušiny.<sup>47</sup>

## 2) neenzymové hnědnutí

Neenzymové hnědnutí probíhá při tepelné úpravě brambor (smažení, pečení). Jeho rozsah závisí na teplotě zpracování a na obsahu redukujících cukrů. Jedná se o reakce redukujících cukrů s volnými aminokyselinami.<sup>47</sup>

### 3) tmavnutí po uvaření

Za tmavnutí brambor po uvaření je zodpovědná kyselina chlorogenová a železo. Při vaření brambor ve vodě či v páře dochází v závislosti na pH ke vzniku komplexů kyseliny chlorogenové a železa. Na vzduchu poté dochází působením vzdušného kyslíku k oxidaci  $\text{Fe}^{2+}$  komplexu na  $\text{Fe}^{3+}$  komplex, což se projeví změnou zbarvení.<sup>36,48</sup> Pro omezení tohoto typu tmavnutí lze využít kyselinu citrónovou a další chelatační činidla, neboť soutěží s kyselinou chlorogenovou o ionty železa. Vysoký poměr kyseliny citronové / kyseliny chlorogenové redukuje tendenci brambor hnědnout po uvaření.<sup>36,49</sup> Na intenzitu tmavnutí má vliv i velikost hlíz bramboru, protože větší hlízy mají (v porovnání s malými) nízké hladiny kyseliny citrónové, vysoký poměr draslíku / kyseliny citrónové a nízký poměr kyseliny citrónové / polyfenolů.<sup>36</sup>

#### **Vlastnosti polyfenolických sloučenin (dietární význam)**

Polyfenolické sloučeniny vykazují antimutagenní a antikarcinogenní účinky. Mají schopnost vyvazovat elektrofilní, volné radikály a toxické kovy, které mohou poškozovat DNA. Inhibují enzymy aktivující prekarcinogeny na karcinogeny a indukují karcinogen-detoxikační systémy. Kyselina chlorogenová a další polyfenoly zabraňují vzniku mutagenních a karcinogenních nitrosaminů, jenž vznikají reakcí dusitanů se sekundárními aminy. Dochází zde k soutěžení (kompetitivní reakci) polyfenolů s dusitany. Polyfenoly inaktivují mutagenitu aflatoxinu B1<sup>36</sup>.

Antioxidačních vlastností polyfenolů lze využít k prevenci oxidace tuků a olejů. Antioxidační efekt vodného extraktu ze slupek brambor, jenž obsahuje jako majoritní polyfenoly kyselinu chlorogenovou, gallovou a kávovou, je srovnatelný s účinkem butylhydroxyanisolu (BHA).<sup>50</sup> Fenoly jsou více reaktivní s peroxidovými radikály než odpovídající chinony. Na druhou stranu chinony snáze váží kovy.<sup>36</sup>

Chinony a semichinony vznikající oxidací polyfenolů mohou reagovat s aminokyselinami a bílkovinami (s  $\text{NH}_2$  skupinou lysinu, SH skupinou cysteinu,  $\text{SCH}_3$  skupinou methioninu a indolovým kruhem tryptofanu). Dochází ke vzniku komplexů bílkovina-polyfenol a současně k inhibici trávicích enzymů  $\alpha$ -amylázy a trypsinu. Výsledkem je znehodnocení esenciálních aminokyselin, zhoršení stravitelnosti a snížení nutriční kvality bílkovin.<sup>36,48</sup>

**Projekty realizované na VŠCHT Praha, zabývající se hodnocením kvality brambor z organického a konvenčního zemědělství jsou uvedeny v Přílohách A – C.**

## **PŘÍLOHA A: HODNOCENÍ KVALITY EKOLOGICKY PĚSTOVANÝCH BRAMBOR (1996 – 1999)**

Liberalizace trhu v období po roce 1990 umožnila rozvoj různých alternativ zemědělské produkce. Do jaké míry se tyto alternativní produkční systémy (shrnuté pod souhrnný název “ekologické zemědělství”) liší od konvenčního zemědělství, se vede polemika jak v odborných, tak i konzumentských kruzích. Rozdíly lze nalézt nejenom ve výnosech, ale i v řadě ostatních zemědělských ukazatelů. Ne vždy je však možno dát jednoznačnou odpověď v otázce kvality potravin produkovaných touto cestou.

Zájem konzumentů o produkty tzv. ekologického (alternativního) zemědělství v České republice vzrůstá. U těchto potravin je nejen očekávána absence reziduí pesticidů a dalších agrochemikálií, ale celkově jsou vnímány jako kvalitnější a “zdravější”, komplexní studie dokumentující oprávněnost předpokladů o “lepší” kvalitě produktů ekologického zemědělství nejsou však dosud k dispozici.

Příspěvkem k této diskusi je studie, zabývající se chemickou kvalitou ekologicky a konvenčně pěstovaných brambor, realizovaná v letech 1996 - 1999 na Ústavu chemie a analýzy potravin při VŠCHT v Praze, v rámci projektu COST 915 „Consumer oriented quality improvement of fruit and vegetable products“. Jako modelová plodina byly zvoleny brambory, pěstované za srovnatelných podmínek ekologickým a konvenčním pěstebním postupem. Brambory jsou v ČR a řadě evropských států jednou ze základních složek potravního koše. Jejich kvalita se dá ze strany konzumenta rozdělit na dvě části:

- vnější (vzhled, velikost hlíz, poškození)
- vnitřní (obsah živin)

Předmětem experimentů realizovaných na VŠCHT bylo vyšetření vybraných ukazatelů vztahujících se k nutriční, sensorické a hygienicko-toxikologické jakosti.

Ve vzorcích bylo mimo agrotechnických parametrů sledováno chemické složení (obsah škrobu, dusičnanů, glykoalkaloidů, kyseliny chlorogenové a askorbové a těžkých kovů) a sensorická kvalita (deskriptory - vzhled rozkrojených hlíz, barva povrchu a řezu, příjemnost vůně, chutnost celkově, polykatelnost, textura, rozvařivost, konzistence, moučnatost, vlhkost, vařivost).

Byl prezentován ucelený soubor dat ze čtyřletého sledování, který byl statisticky vyhodnocen. Byly diskutovány zjištěné rozdíly mezi jednotlivými pěstebními postupy s přihlédnutím na zdravotní nezávadnost a celkovou jakost brambor.

## Materiál a metody

Polní pokus byl realizován ve spolupráci se Zemědělskou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Brambory byly pěstovány ekologicky a konvenčně na dvou lokalitách (1. Jindřichův Hradec, 2. Vodňany). Nadmořská výška pozemků byla 530 a 550 m n.m. V případě ekologicky obdělávaných parcel byly technologie pěstování vedeny podle zásad a pravidel mezinárodní organizace Hnutí pro ekologické zemědělství IFOAM a Metodického pokynu pro ekologické zemědělství MZe ČR. Konvenčně obdělávané pozemky byly ošetřovány běžnými postupy (hnojení, postřiky ...)

Pro srovnání bylo vybráno 8 odrůd brambor: Krasa, Monalisa, Rosara, Koruna, Krystala, Christa, Karin a Rosella. Sadba byla ruční do sponu 0,3 × 0,75 m, sklizeň byla taktéž ruční.

U všech dodaných vzorků byla provedena stanovení: kyseliny askorbové, chlorogenové a glykoalkaloidů (metody HPLC), dusičnanů (izotachoforéza), prvků Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Hg, Pb (AAS/ICP) a vybraných pesticidů.

Pro statistické vyhodnocení výsledků byl použit T-test a vícerozměrná postupná lineární diskriminační analýza a analýza hlavních komponent (PCA).

## Výsledky

### Kyselina askorbová

Kyselina askorbová (vitamín C) je ukazatelem nutriční jakosti. Brambory představují významný dietární zdroj této látky.

Statistickým zpracováním bylo zjištěno, že obsah kyseliny askorbové ve vzorcích je závislý jak na lokalitě, tak na způsobu pěstování a významně se zde promítá i vliv ročníku (Tab. AI). Získaná data, však nevykazují výrazný trend. Nejnižší hladiny kyseliny askorbové byly ve všech letech zjištěny u odrůdy Krasa, naopak nejvyšší obsah měly odrůdy Karin a Christa (s výjimkou ekologického pěstování v roce 1999), a to v obou pěstebních systémech. V ekologickém systému dosahovala odrůda Krasa vždy vyšších hodnot než v konvenčním.

Tabulka AI. Obsah kyseliny askorbové (mg/kg čerstvých hlíz) – průměr v jednotlivých letech

rok	lokalita	způsob pěstování	
		konvenčně	ekologicky
1996	lokalita 1	61,65	69,81
	lokalita 2	67,48	78,67
1997	lokalita 1	105,30	100,80
	lokalita 2	89,00	96,30
1998	lokalita 1	85,32	70,15
	lokalita 2	89,05	117,61
1999	lokalita 1	132,50	118,15

Byly porovnávány obsahy vitamínu C v čerstvých bramborách a v bramborách po pětíměsíčním skladování. U většiny odrůd došlo po skladování k výraznému poklesu obsahu kyseliny askorbové. 1998 Pokles obsahu askorbové kyseliny byl v roce 1998 nejvyšší - 48% ve srovnání s předchozími lety (1997: 43%, 1998: 39%). Rozdíl mezi způsobem pěstování nebyl zjištěn.

## Kyselina chlorogenová

Kyselina chlorogenová reprezentuje skupinu fenolických sloučenin podílejících se na procesech reakcí enzymového hnědnutí (je významným substrátem o-difenol oxidasy). Rozsah těchto jevů se zohledňuje při posuzování technologické jakosti hlíz.

Obsah kyseliny chlorogenové byl ve většině případů vyšší u ekologicky pěstovaných hlíz. (Tab. AII). Mezi lokalitami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. V porovnání jednotlivých let byl rok 1996 statisticky odlišný od let 1997, 1998 a 1999.

Nejvyšší obsah kyseliny chlorogenové byl nalezen u odrůdy Karin a Koruna, v roce 1999 u odrůdy Krasa. Nejnižší obsah kyseliny chlorogenové měla odrůda Krystala a Monalisa. U odrůd Monalisa a Christa byly mezi ekologickými a konvenčními hlízami pouze malé rozdíly.

**Tabulka AII. Obsah kyseliny chlorogenové (mg/kg čerstvých hlíz) – průměr v jednotlivých letech**

rok	lokalita	způsob pěstování	
		konvenčně	ekologicky
1996	lokalita 1	68,58	114,15
	lokalita 2	102,84	127,90
1997	lokalita 1	183,40	234,10
	lokalita 2	157,90	302,40
1998	lokalita 1	182,89	249,78
	lokalita 2	183,89	317,19
1999	lokalita 1	139,83	232,45

Ve většině případů byl zjištěn pokles obsahu chlorogenové kyseliny po skladování, průměrný pokles obsahu chlorogenové kyseliny byl okolo 30%.

## Dusičnany

Dusičnany jsou významným kritériem pro posouzení hygienicko-toxikologické jakosti. Na obsah dusičnanů měl největší vliv způsob pěstování. Statisticky významně nižší hladiny obsahovaly hlízy z ekologické produkce (přibližně o čtvrtinu). Výjimkou byla v roce 1996 lokalita 2, kdy rozdíl mezi způsobem pěstování nebyl statisticky významný a vyšší obsah dusičnanů měly vzorky z ekologické produkce (Tab. AIII). Byl nalezen nižší obsah dusičnanů v půdě z ekologického pěstebního systému. Také mezi lokalitami byly statisticky významné rozdíly.

V některých případech dosahoval obsah dusičnanů u konvenčně pěstovaných vzorků hygienický limit 300 mg/kg čerstvých hlíz (Krystala, Karin, Rosella, Christa). Naopak nejnižších hladin dosahovaly vzorky odrůdy Monalisa.

V roce 1999 byl obsah dusičnanů v obou pěstebních systémech výrazně vyšší než v předchozích letech (většina odrůd dosahovala hladin 300 mg/kg čerstvých hlíz a některé dokonce překročily hladiny 500 mg/kg -limit pro brambory rané - do 15.7. - konvenční Rosara, Karin, Koruna, ekologická Krasa).



Tabulka AIII. Obsah dusičnanů (mg/kg čerstvých hlíz) – průměr v jednotlivých letech

rok	lokalita	způsob pěstování	
		konvenčně	ekologicky
1996	lokalita 1	171,90	81,16
	lokalita 2	124,39	140,71
1997	lokalita 1	160,40	93,80
	lokalita 2	291,70	86,70
1998	lokalita 1	195,96	103,05
	lokalita 2	207,82	135,65
1999	lokalita 1	465,67	374,23

## Glykoalkaloidy

Steroidní glykoalkaloidy, souhrnně označované jako "solanin", reprezentují přirozené toxiny charakteristické pro čeleď solanacee. V tabulce je uvedena suma  $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu, které představují 95% všech sledovaných glykoalkaloidů.

V obsahu steroidních glykoalkaloidů dosahovaly ve většině případech vyšších hodnot ekologicky pěstované hlízy (Tab. AIV). Rozdíly však nebyly statisticky významné. Ve sklizni z roku 1998 byl obsah glykoalkaloidů ve všech případech vyšší v ekologicky pěstovaných hlízách, rozdíly jsou statisticky významné (T-test, hladina významnosti 95%).

Nejvyšší obsah glykoalkaloidů měla odrůda Karin, která v roce 1996 přesáhla hygienický limit 200 mg/kg čerstvých hlíz (v obou pěstebních systémech), naopak nejnižší měly Monalisa a Krystala. V roce 1999 byl obsah GA ve srovnání s předchozími lety nízký.

Vlivem metabolických procesů během skladování se hladiny glykoalkaloidů v hlízách mění. Byly sledovány změny hladiny přírodního toxinu solaninu ve vzorcích brambor, skladovaných za optimálních podmínek (4-7°C, relativní vlhkost 85-90%) Vzorky byly analyzovány po zhruba 5 měsících skladování, ve skladovaných stejně jako v čerstvých vzorcích brambor byly nalezeny ve většině případů vyšší hladiny glykoalkaloidů v ekologicky pěstovaných hlízách. Celkový průměrný obsah glykoalkaloidů byl po 5 měsících skladování většinou mírně nižší než v čerstvých hlízách, u některých odrůd došlo k výraznějšímu poklesu obsahu glykoalkaloidů u jiných naopak k jeho nárůstu.

Tabulka AIV. Obsah glykoalkaloidů (mg/kg čerstvých hlíz) - průměr v jednotlivých letech

rok	lokalita	způsob pěstování	
		konvenčně	ekologicky
1996	lokalita 1	82,52	98,04
	lokalita 2	96,60	95,73
1997	lokalita 1	89,80	118,30
	lokalita 2	50,10	103,30
1998	lokalita 1	37,55	65,47
	lokalita 2	46,18	71,66
1999	lokalita 1	32,04	43,84

## Minerální látky

Zastoupení prvků je dalším kvalitativním ukazatelem jakosti hlíz. Přičemž obsahu Cd je třeba věnovat pozornost v kontextu s hygienicko-toxikologickou kvalitou.

Obsah žádného ze sledovaných prvků nepřesáhl ve sledovaných letech hygienický limit (Tab. AV). Obsah olova a rtuti byl pod detekčním limitem metody. Byl zaznamenán výrazný rozdíl mezi lokalitami i způsobem pěstování. Taktéž vliv roku byl statisticky významný.

Mezi lokalitami byly největší rozdíly v obsahu kobaltu, kadmia a manganu. Vliv ročníku se projevil nejvíce v obsahu zinku, železa a manganu a vliv pěstování byl největší na obsah mědi a zinku. Obsah mědi a zinku byl ve většině případů vyšší u ekologicky pěstovaných vzorků.

## Stanovení reziduí pesticidů

Ve vzorcích brambor a půd z konvenčního a ekologického způsobu pěstování z obou pokusných lokalit byla ve sklizni 1998 stanovena rezidua vybraných pesticidů. Na základě postřikového plánu byla pozornost věnována stanovení metobromuronu a dalších zástupců skupiny fenylmočoviny a mancozebu patřícího mezi dithiokarbamáty. Pro stanovení fenylmočovinných herbicidů byla aplikována multireziduální HPLC metoda (mez detekce pro sledované fenylmočoviny 0,02 mg/kg brambor a 0,005 mg/kg půdy – hygienický limit 0,1 mg/kg). Stanovení dithiokarbamátů bylo prováděno metodou plynové chromatografie s detekcí FPD/S. Obsah dithiokarbamátů je vyjádřen v souladu s platnými hygienickými předpisy ekvivalentním množstvím sirouhlíku (mez detekce 0,05 mg/kg, hygienický limit 0,1 mg/kg). Rezidua vyšetřovaných fenylmočoviny a dithiokarbamátů nebyla detekována ve vzorcích brambor pěstovaných ekologickým způsobem ani ve vzorcích z konvenčního zemědělství. Z uvedených výsledků je zřejmé, že za podmínek “dobré zemědělské praxe”, nepřesahují rezidua pesticidů u konvenčních brambor hygienické limity.

Tabulka AV Obsah minerálních látek (L-lokalita, P-pěstování, E-ekologicky, K-konvenčně)

Rok	L	P	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd
			mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
1996	1	E	1.83	3.70	4.29	40.63	1.04	3.69	1.35	4.21	18.36
1996	2	E	1.68	4.29	12.56	97.38	1.26	3.75	22.25	9.78	10.10
1997	1	E	1.60	9.73	8.79	77.75	0.85	2.57	19.33	n.d.	22.74
1997	2	E	1.42	5.69	6.77	52.84	0.74	2.71	13.13	n.d.	18.25
1998	1	E	1.29	4.31	0.01	0.01	0.43	1.46	n.d.	n.d.	17.00
1998	2	E	1.55	3.61	0.01	0.12	0.63	2.49	n.d.	n.d.	39.38
<b>průměr</b>			<b>1.56</b>	<b>5.22</b>	<b>5.41</b>	<b>44.79</b>	<b>0.83</b>	<b>2.78</b>	<b>14.02</b>	<b>7.00</b>	<b>20.97</b>
1996	1	K	1.34	3.44	4.01	9.00	0.41	2.45	1.70	4.53	21.38
1996	2	K	1.22	3.65	4.80	27.88	0.42	2.98	18.11	6.90	22.00
1997	1	K	1.15	3.57	5.11	37.04	0.59	2.33	9.20	n.d.	14.07
1997	2	K	1.39	6.33	6.89	55.88	0.73	2.53	13.88	n.d.	18.35
1898	1	K	2.50	3.35	0.01	0.02	0.47	2.39	n.d.	n.d.	18.13
1898	2	K	1.49	4.36	0.01	0.10	0.54	2.59	n.d.	n.d.	23.63
<b>průměr</b>			<b>1.51</b>	<b>4.12</b>	<b>3.47</b>	<b>21.65</b>	<b>0.53</b>	<b>2.54</b>	<b>10.72</b>	<b>5.72</b>	<b>19.59</b>



## Shrnutí

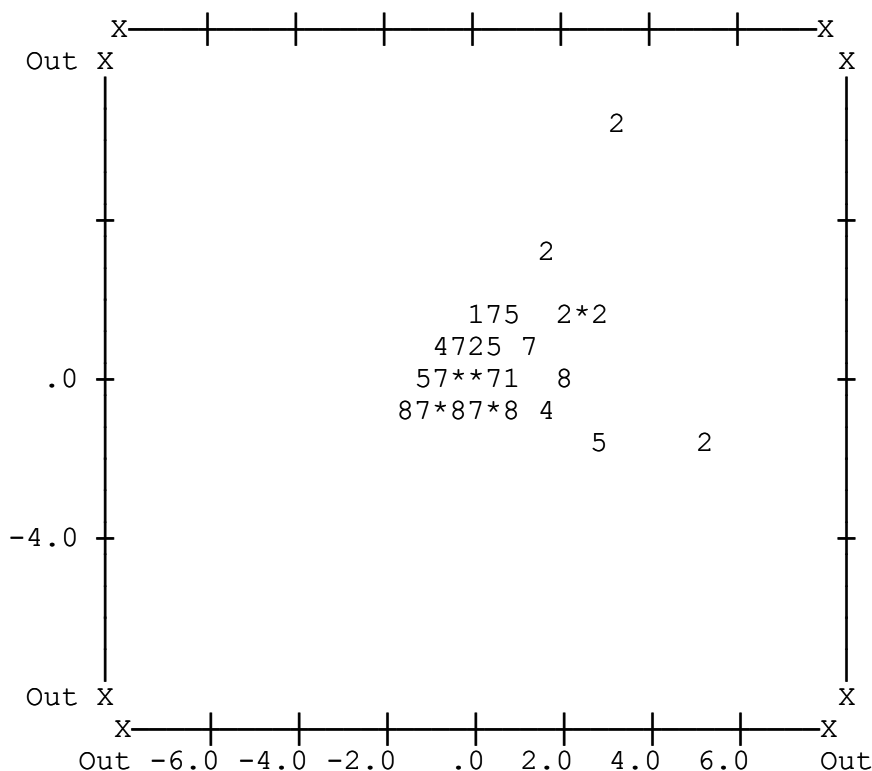
Pro statistické vyhodnocení výsledků byla použita vícerozměrná postupná lineární diskriminační analýza a analýza hlavních komponent (PCA).

Ze souboru dat byly vyděleny minerální látky, které byly hodnoceny zvlášť. Zpracováním zbylých dat získaných tříletým sledováním byl zjištěn statisticky významný vliv ročníku a způsobu pěstování.

Pomocí metody hlavních komponent bylo zjištěno, že odrůdové dispozice měly vyšší statistickou váhu než vliv lokality. To je zřejmě zapříčiněno malými rozdíly mezi lokalitami (stejný půdní typ, nadmořská výška, úhrn srážek atd.).

Při sledování vlivu odrůdy na chemické složení hlíz jsme zjistili, že sledované parametry odrůdy Karin vybočují z průměru ostatních odrůd (Obr. A1, cluster 2).

Obrázek A1. Výsledný obrázek shlukové analýzy – shluky odrůd (cluster 2-Karin)



U minerálních látek, které byly hodnoceny zvlášť, byl zjištěn výrazný rozdíl mezi ročníkem, lokalitou i způsobem pěstování. Odrůda neměla na obsah minerálních látek téměř žádný vliv.

Statistická metoda hlavních komponent nám dává mimo jiné i informaci s jakou úspěšností můžeme za použití získaných hodnot (respektive analytických dat) rozdělit soubor dat podle stanoveného kritéria (např. způsobu pěstování). Postupným testováním se separují z množiny ukazatelů tzv. “hlavní komponenty” (ukazatele), jež slouží k dalšímu dělení původní matice podle stanoveného kritéria. Procento úspěšnosti tohoto dělení lze reprodukovat jako statistickou váhu daného hlediska (Tab. AVI). Nevybrané komponenty, nemají na správnost rozdělení vliv. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka AVI. Statistické váhy jednotlivých hledisek, v závorce jsou vedeny hlavní komponenty

	<b>kyselina askorbová (AA), chlorogenová (CH), dusičnany(NO) a glykoalkaloidy(GA)</b>	<b>minerální látky</b>
vliv roku	86,36 % (všechny)	89,39 % (Zn, Fe, Mn, As, Cd, Cu, Se)
vliv lokality	45,45 % (GA)	78,79 % (Co, Cd, Mn, Zn, Ni)
vliv pěstování	75,76 % (NO, GA)	84,85 % (Cu, Zn, Se, Cd, Mn)
vliv odrůdy	53,03 % (vše)	12 % (Zn)

Výše diskutované výsledky naznačují, že vazby mezi způsobem pěstování (výroby) a volbou vhodné odrůdy, působí velmi významně na parametry jakosti konzumních hlíz brambor.

Není možné dát jednoznačnou odpověď o kvalitě plodin produkovaných ekologickou cestou v porovnání s konvenčním způsobem. Kvalita brambor záleží především na půdních a klimatických podmínkách, na odrůdě dané plodiny, na její zralosti a jen v omezené míře na systému pěstování.

## **PŘÍLOHA B: HODNOCENÍ KVALITY ŠVÉDSKÝCH ODRŮD BRAMBOR PĚSTOVANÝCH EKOLOGICKÝM A KONVENČNÍM ZPŮSOBEM, VLIV SKLADOVÁNÍ**

### **Analyzovaný materiál**

V rámci studií zaměřených na porovnání kvality konzumních brambor z ekologické a konvenční produkce byly na Ústav chemie a analýzy potravin VŠCHT v Praze dodány níže uvedené skupiny vzorků brambor k analýze.

- I. Vzorky brambor ze Švédska (sklizeň 2002, zhomogenizované zamražené hlízy) s požadavkem stanovení obsahu glykoalkaloidů ( $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu), kyseliny chlorogenné a aminokyseliny asparaginu. Jednalo se o tři odrůdy brambor (Asterix, Sava, Matilda), které byly pěstovány konvenčním i ekologickým způsobem. Celkový počet vzorků brambor byl 47 (z nich Asterix konvenčně 14, ekologicky 15; Sava konvenčně 7, ekologicky 7; Matilda konvenčně 1, ekologicky 3) Tyto vzorky byly do doby analýzy uchovávány v mrazicím boxu při teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- II. Vzorky popsané ve skupině I. byly skladovány 6 měsíců při teplotě  $8^{\circ}\text{C}$  a byly v nich analyzovány stejné ukazatele kvality. Celkový počet vzorků brambor byl 34 (z nich Asterix konvenčně 9, ekologicky 7; Sava konvenčně 7, ekologicky 7; Matilda konvenčně 1, ekologicky 3) Tyto vzorky byly homogenizovány a do doby analýzy uchovávány v mrazicím boxu při teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- III. Vzorky brambor (sklizeň 2002, celé hlízy) pěstované organizací KEZ Chrudim ekologickým a konvenčním způsobem pěstování. Jednalo se o tři odrůdy brambor (Matilda, Asterix, Sava) pocházející ze švédské sadby. Vzorek odrůdy Sava z konvenční produkce nebyl k analýze dodán z důvodu neúrody. Provedeno bylo stanovení obsahu glykoalkaloidů ( $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu), jenž jsou jedním z hygienicko-toxikologických parametrů jakosti brambor, a dále pak stanovení kyseliny chlorogenné, jako jednoho z činitelů podílejících se na hnědnutí bramborových hlíz při technologickém či kulinárním zpracování.

### **Stanovení hladin glykoalkaloidů**

#### **Vzorky brambor ze Švédska**

V Tab. BI jsou uvedeny zjištěné hladiny GA ve vzorcích brambor ze Švédska, které jsou průměrem dvou paralelních stanovení. Průměrné hladiny glykoalkaloidů v jednotlivých odrůdách brambor z ekologického a konvenčního způsobu pěstování jsou uvedeny v Tab. BII. a Tab. BIII.

**Tabulka BI. Hladiny glykoalkaloidů ve vzorcích brambor ze Švédska  
a) čerstvé brambory (viz. str. 36)**

Kód vzorku	Odrůda	Způsob pěstování	Glykoalkaloidy (mg/kg)			Poměr
			$\alpha$ -chaconin	$\alpha$ -solanin	suma	$\alpha$ -chaconin / $\alpha$ -solanin
PO2002001	Asterix	konvenčně	41,7	25,6	67,3	1,6
PO2002002	Asterix	konvenčně	48,4	30,0	78,4	1,6
PO2002006	Asterix	konvenčně	37,6	21,1	58,7	1,8
PO2002007	Asterix	konvenčně	42,3	34,0	76,2	1,2
PO2002014	Asterix	konvenčně	36,9	26,4	63,3	1,4
PO2002015	Asterix	konvenčně	36,5	25,8	62,3	1,4
PO2002026	Asterix	konvenčně	42,3	27,1	69,5	1,6
PO2002030	Asterix	konvenčně	36,0	22,4	58,4	1,6
PO2002031	Asterix	konvenčně	44,2	18,0	62,1	2,5
PO2002034	Asterix	konvenčně	58,9	25,7	84,5	2,3
PO2002041	Asterix	konvenčně	34,6	21,9	56,5	1,6
PO2002043	Asterix	konvenčně	39,1	23,2	62,3	1,7
PO2002045	Asterix	konvenčně	37,8	24,3	62,1	1,6
PO2002047	Asterix	konvenčně	70,8	49,6	120,4	1,4
PO2002003	Asterix	ekologicky	47,5	32,9	80,4	1,4
PO2002004	Asterix	ekologicky	56,7	23,5	80,2	2,4
PO2002005	Asterix	ekologicky	55,1	33,2	88,3	1,7
PO2002008	Asterix	ekologicky	60,3	46,8	107,1	1,3
PO2002009	Asterix	ekologicky	53,9	40,2	94,1	1,3
PO2002010	Asterix	ekologicky	50,8	37,1	87,8	1,4
PO2002011	Asterix	ekologicky	44,4	33,8	78,2	1,3
PO2002012	Asterix	ekologicky	50,7	37,4	88,1	1,4
PO2002013	Asterix	ekologicky	39,4	29,4	68,8	1,3
PO2002025	Asterix	ekologicky	44,5	25,3	69,7	1,8
PO2002032	Asterix	ekologicky	79,2	24,9	104,1	3,2
PO2002040	Asterix	ekologicky	40,3	29,6	69,8	1,4
PO2002042	Asterix	ekologicky	64,3	39,0	103,3	1,6
PO2002044	Asterix	ekologicky	38,5	23,0	61,5	1,7
PO2002046	Asterix	ekologicky	64,8	43,1	107,9	1,5
PO2002018	Sava	konvenčně	44,8	29,4	74,2	1,5
PO2002019	Sava	konvenčně	42,9	31,7	74,6	1,4
PO2002022	Sava	konvenčně	56,2	33,7	89,9	1,7
PO2002029	Sava	konvenčně	55,2	32,6	87,8	1,7
PO2002033	Sava	konvenčně	71,5	31,5	103,0	2,3
PO2002035	Sava	konvenčně	65,6	37,4	103,0	1,8
PO2002037	Sava	konvenčně	84,4	63,5	147,8	1,3
PO2002016	Sava	ekologicky	50,7	31,6	82,2	1,6
PO2002017	Sava	ekologicky	75,7	53,0	128,7	1,4
PO2002020	Sava	ekologicky	55,6	37,5	93,1	1,5
PO2002021	Sava	ekologicky	52,1	38,6	90,6	1,3
PO2002024	Sava	ekologicky	58,2	34,7	92,9	1,7
PO2002027	Sava	ekologicky	45,0	21,3	66,3	2,1
PO2002036	Sava	ekologicky	68,8	41,8	110,5	1,6
PO2002039	Matilda	konvenčně	66,1	47,5	113,5	1,4
PO2002023	Matilda	ekologicky	56,2	38,1	94,2	1,5
PO2002028	Matilda	ekologicky	45,6	39,5	85,1	1,2
PO2002038	Matilda	ekologicky	32,1	24,6	56,8	1,3

**b) brambory skladované 6 měsíců**

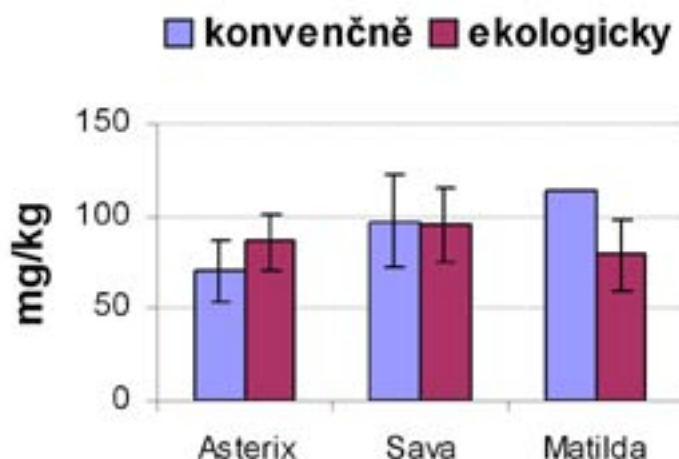
Kód vzorku	Odrůda	$\alpha$ -chaconin (mg/kg)	$\alpha$ -solanin (mg/kg)	Suma GA (mg/kg)
PO2003001	Sava	32,1	22,2	54,3
PO2003002	Sava	40,7	32,8	73,5
PO2003003	Sava	56,4	43,3	99,7
PO2003004	Sava	27,0	22,5	49,5
PO2003005	Asterix	35,6	30,1	65,7
PO2003006	Asterix	41,5	29,5	71,0
PO2003007	Sava	50,8	35,4	86,1
PO2003008	Asterix	39,1	26,5	65,6
PO2003009	Sava	44,4	34,3	78,6
PO2003010	Asterix	35,7	30,2	65,8
PO2003011	Sava	48,1	39,2	87,3
PO2003012	Sava	63,0	52,8	115,8
PO2003013	Asterix	36,4	28,7	65,1
PO2003014	Sava	36,1	26,9	63,0
PO2003015	Asterix	49,2	39,5	88,7
PO2003016	Asterix	43,8	27,9	71,7
PO2003017	Asterix	47,5	38,3	85,8
PO2003018	Sava	51,8	33,1	84,8
PO2003019	Matilda	20,1	17,5	37,6
PO2003020	Sava	62,0	38,5	100,4
PO2003021	Matilda	64,6	45,6	110,1
PO2003022	Sava	74,8	60,1	134,9
PO2003023	Asterix	45,8	29,2	75,0
PO2003024	Asterix	23,6	19,5	43,1
PO2003025	Matilda	20,0	14,6	34,6
PO2003026	Sava	34,4	22,9	57,3
PO2003027	Asterix	27,9	23,3	51,1
PO2003028	Sava	25,9	21,4	47,3
PO2003029	Asterix	25,2	20,4	45,6
PO2003030	Asterix	59,9	44,2	104,0
PO2003031	Asterix	44,7	27,4	72,1
PO2003032	Asterix	27,2	18,13	45,5
PO2003033	Asterix	31,3	23,6	54,9
PO2003034	Matilda	43,2	25,4	68,5

**Tabulka BII. Průměrný obsah glykoalkaloidů (suma  $\alpha$ -chaconinu a  $\alpha$ -solaninu) v jednotlivých odrůdách brambor z konvenční a ekologické produkce (čerstvé brambory)**

Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	Průměrný obsah GA (mg/kg)	RSD (%)
Asterix	konvenčně	14	70,2	23,7
	ekologicky	15	86,0	17,5
Sava	konvenčně	7	97,2	26,0
	ekologicky	7	94,9	21,0
Matylda	konvenčně	1	113,5	-
	ekologicky	3	78,7	24,8

Byly zjištěny vyšší průměrné hladiny glykoalkaloidů v konvenčně pěstované odrůdě Asterix a nižší v konvenčně pěstované odrůdě Sava a Matilda (viz Obr. B1 a Obr. B2). Stejný trend byl zaznamenán i ve vzorcích brambor ze švédské sadby pěstovaných společnostmi KEZ (viz. dále). Na základě provedení dvouvýběrového T-testu (na 95%ní hladině pravděpodobnosti) byl v případě odrůdy Asterix prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu glykoalkaloidů mezi ekologickým a konvenčním způsobem produkce. U odrůdy Sava nebyl rozdíl ve způsobu pěstování statisticky významný.

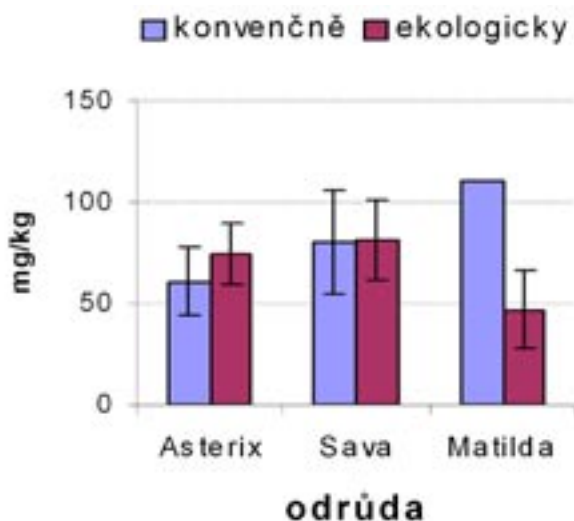
Obrázek B1. Porovnání hladin glykoalkaloidů jednotlivých odrůd brambor z konvenční a ekolog. produkce



Tabulka BIII. Průměrný obsah glykoalkaloidů (suma  $\alpha$ -chaconinu a  $\alpha$ -solaninu) v jednotlivých odrůdách brambor z konvenční a ekologické produkce (skladované brambory)

Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	Průměrný obsah GA (mg/kg)	SD
Asterix	konvenčně	9	61.0	13.7
	ekologicky	7	74.5	18.3
Sava	konvenčně	7	80.1	28.5
	ekologicky	7	81.7	25.3
Matilda	konvenčně	1	110.1	-
	ekologicky	3	46.9	18.8

Obrázek B2. Porovnání hladin glykoalkaloidů jednot. odrůd brambor z konvenční a ekologické produkce



Z výsledků analýz  $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu v jednotlivých vzorcích brambor vyplývá, že obsah glykoalkaloidů je závislý především na odrůdě. V případě švédských vzorků brambor byl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu GA mezi ekologickým a konvenčním způsobem produkce pouze u odrůdy Asterix. Ve vzorcích brambor skladovaných 6 měsíců byly zaznamenány stejné trendy, jako v neskladovaných bramborách. Po skladování byly nalezeny ve všech případech nižší hladiny glykoalkaloidů. Ve všech analyzovaných vzorcích brambor se obsahy glykoalkaloidů pohybovaly výrazně pod hygienickým limitem (MRL), který je v ČR stanoven vyhláškou 53/2002 Sb. a má hodnotu 200 mg/kg neloupaných hlíz.

### Vzorky brambor z KEZ Chrudim

Jak je patrné z Tab. BIV byl nižší obsah GA zaznamenán v případě ekologického pěstování u odrůdy Matilda, naopak odrůda Asterix vykazovala nižší obsah GA při konvenčním způsobu produkce. Nejvyšší obsah GA ze třech sledovaných odrůd brambor byl zjištěn u odrůdy Sava z ekologické produkce. V případě této odrůdy nebylo možné provést srovnání ekologického a konvenčního způsobu pěstování, neboť vzorek brambor z konvenční produkce nebyl k dispozici.

**Tabulka BIV. Hladiny glykoalkaloidů ve vzorcích brambor dodaných společnostmi KEZ Chrudim**

Odrůda	Způsob pěstování	Glykoalkaloidy (mg/kg)			Poměr $\alpha$ -chaconin / $\alpha$ -solanin
		$\alpha$ -chaconin	$\alpha$ -solanin	suma	
Matilda	konvenčně	69,2	30,3	99,5	2,3
	ekologicky	47,7	22,4	70,2	2,1
Asterix	konvenčně	48,3	20,4	68,7	2,4
	ekologicky	65,9	30,3	96,2	2,2
Sava	ekologicky	86,1	51,2	137,3	1,7

### Stanovení kyseliny chlorogenové

#### Vzorky brambor ze Švédska

Zjištěné hladiny kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor ze Švédska, které jsou průměrem dvou paralelních stanovení (Tab. BV) byly ve srovnání s literárními prameny asi desetinásobně nižší. Stanovené průměrné hladiny kyseliny chlorogenové v jednotlivých odrůdách brambor z ekologického a konvenčního způsobu pěstování jsou uvedeny v Tab. BVI. Úbytek kyseliny chlorogenové byl zapříčiněn homogenizací vzorku před vlastní extrakcí.



Tabulka BV. Hladiny kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor ze Švédska

Kód vzorku	Odrůda	Způsob pěstování	Kyselina chlorogenová (mg/kg)
PO2002001	Asterix	Konvenčně	10,7
PO2002002	Asterix	Konvenčně	12,3
PO2002006	Asterix	Konvenčně	17,4
PO2002007	Asterix	konvenčně	17,5
PO2002014	Asterix	konvenčně	2,9
PO2002015	Asterix	konvenčně	2,4
PO2002026	Asterix	konvenčně	23,9
PO2002030	Asterix	konvenčně	7,3
PO2002031	Asterix	konvenčně	19,2
PO2002034	Asterix	konvenčně	13,3
PO2002041	Asterix	konvenčně	12,2
PO2002043	Asterix	konvenčně	13,9
PO2002045	Asterix	konvenčně	26,8
PO2002047	Asterix	konvenčně	18,8
PO2002003	Asterix	ekologicky	15,0
PO2002004	Asterix	ekologicky	11,3
PO2002005	Asterix	ekologicky	10,7
PO2002008	Asterix	ekologicky	40,4
PO2002009	Asterix	ekologicky	17,3
PO2002010	Asterix	ekologicky	16,3
PO2002011	Asterix	ekologicky	7,6
PO2002012	Asterix	ekologicky	3,3
PO2002013	Asterix	ekologicky	4,5
PO2002025	Asterix	ekologicky	6,0
PO2002032	Asterix	ekologicky	16,1
PO2002040	Asterix	ekologicky	14,4
PO2002042	Asterix	ekologicky	28,7
PO2002044	Asterix	ekologicky	23,2
PO2002046	Asterix	ekologicky	25,4
PO2002018	Sava	konvenčně	13,6
PO2002019	Sava	konvenčně	10,4
PO2002022	Sava	konvenčně	5,5
PO2002029	Sava	konvenčně	9,6
PO2002033	Sava	konvenčně	7,6
PO2002035	Sava	konvenčně	9,2
PO2002037	Sava	konvenčně	14,5
PO2002016	Sava	ekologicky	15,0
PO2002017	Sava	ekologicky	17,6
PO2002020	Sava	ekologicky	5,7
PO2002021	Sava	ekologicky	4,5
PO2002024	Sava	ekologicky	5,6
PO2002027	Sava	ekologicky	6,5
PO2002036	Sava	ekologicky	15,9
PO2002039	Matilda	konvenčně	12,0
PO2002023	Matilda	ekologicky	4,7
PO2002028	Matilda	ekologicky	4,6
PO2002038	Matilda	ekologicky	11,2



**Tabulka BVI. Průměrný obsah kyseliny chlorogenové v jednotlivých odrůdách brambor z konvenční a ekologické produkce**

Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	Průměrný obsah kyseliny chlorogenové (mg/kg)	RSD (%)
Asterix	konvenčně	14	14,2	50,1
	ekologicky	15	16,0	62,8
Sava	konvenčně	7	10,1	31,5
	ekologicky	7	10,1	56,9
Matilda	konvenčně	1	12,0	-
	ekologicky	3	6,8	55,2

## Vliv způsobu přípravy extraktů brambor na hladiny kyseliny chlorogenové

Vzhledem ke zjištění výrazně nižšího obsahu kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor ze Švédska, které byly dodány po homogenizaci a zamražení, bylo nutné podrobně dokumentovat vliv homogenizace vzorku před vlastní extrakcí na stabilitu kyseliny chlorogenové (Tab. BVII). V průběhu homogenizace dochází k dezintegraci buněk a následkem toho k aktivaci enzymů, které mohou rozkládat stanovovanou kyselinu.

**Tabulka BVII. Vliv způsobu přípravy extraktů brambor na hladiny kys. chlorogenové, kávové a tyrosinu**

Úprava brambor	Extrakce	K. chlorogenová mg/kg	K. kávová mg/kg	Tyrosin mg/kg
na kostičky	ihned	96,4	3,0	86,9
homogenizované	ihned	5,4	n.d.	83,9
homogenizované	po 30 min	3,1	n.d.	81,0
homogenizované	po 60 min	2,0	n.d.	75,6
homogenizované	po 90 min	n.d.	n.d.	71,8
homogenizované	po 120 min	n.d.	n.d.	68,2
homogenizované	po 150 min	n.d.	n.d.	58,1
homogenizované	po 180 min	n.d.	n.d.	58,2
homogenizované	po 240 min	n.d.	n.d.	53,8
homogenizované	po 300 min	n.d.	n.d.	47,3
homogenizované	po 360 min	n.d.	n.d.	43,8

*Pozn.: n.d. – pod detekčním limitem*

Na základě získaných výsledků bylo prokázáno, že stanovené hodnoty obsahů kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor ze Švédska nekorelují s obsahy v čerstvých bramborových hlízách a mají tedy nízkou vypovídající hodnotu o reálných hladinách kyseliny chlorogenové ve vzorcích. Pro stanovení skutečných obsahů kyseliny chlorogenové v bramborách by bylo zapotřebí dodávat k analýze celé bramborové hlízy.

## Vzorky brambor z KEZ Chrudim

Nižší obsah kyseliny chlorogenové byl zaznamenán v případě ekologického pěstování u odrůdy Matilda, naopak odrůda Asterix vykazovala nižší obsah této kyseliny při konvenčním způsobu produkce (viz Tab. BVIII).

Tabulka BVIII. Hladiny kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor dodaných společností KEZ Chrudim

Odrůda	Způsob pěstování	Kyselina chlorogenová
		mg/kg
Matilda	Konvenčně	188,1
	Ekologicky	132,4
Asterix	Konvenčně	123,7
	ekologicky	207,3
Sava	ekologicky	184,2

Hladiny kyseliny chlorogenové v bramborových hlízách se v rámci každé z odrůd liší v závislosti na způsobu pěstování. U většiny sledovaných odrůd brambor se vyšší hladiny kyseliny chlorogenové vyskytovaly v případě ekologického způsobu produkce.

## Stanovení asparaginu

Metoda stanovení asparaginu v bramborových hlízách byla aplikována na vzorky brambor ze Švédska. Stanovené hladiny asparaginu ve vzorcích jsou uvedeny v Tab. BIX.

Tabulka BIX. Hladiny asparaginu (ASN) ve vzorcích brambor (g/kg)

### a) Vzorky analyzované po sklizni (PO 2002)

Vzorek	Asparagin (g/kg)	Odrůda	Způsob pěstování	ASN (g/kg)	SD (g/kg)
PO2002001A	1.70	Asterix	konvenčně	1.72	0.04
PO2002001B	1.75				
PO2002002A	1.59	Asterix	konvenčně	1.58	0.02
PO2002002B	1.57				
PO2002003A	1.22	Asterix	ekologicky	1.23	0.01
PO2002003B	1.23				
PO2002004A	1.36	Asterix	ekologicky	1.37	0.02
PO2002004B	1.39				
PO2002005A	2.14	Asterix	ekologicky	2.11	0.05
PO2002005B	2.07				
PO2002006A	2.01	Asterix	konvenčně	1.90	0.16
PO2002006B	1.79				
PO2002007A	1.80	Asterix	konvenčně	1.77	0.04
PO2002007B	1.75				
PO2002008A	1.96	Asterix	ekologicky	1.94	0.04
PO2002008B	1.91				
PO2002009A	2.27	Asterix	ekologicky	2.28	0.01
PO2002009B	2.28				
PO2002010A	2.47	Asterix	ekologicky	2.37	0.14
PO2002010B	2.27				
PO2002011A	1.41	Asterix	ekologicky	1.40	0.01
PO2002011B	1.39				
PO2002012A	2.06	Asterix	ekologicky	2.13	0.10
PO2002012B	2.21				
PO2002013A	1.66	Asterix	ekologicky	1.66	0.00
PO2002013B	1.66				
PO2002014A	1.93	Asterix	konvenčně	1.93	0.01
PO2002014B	1.94				
PO2002015A	1.85	Asterix	konvenčně	1.86	0.01
PO2002015B	1.86				
PO2002016A	2.67	Sava	ekologicky	2.73	0.08
PO2002016B	2.79				
PO2002017A	2.31	Sava	ekologicky	2.32	0.02
PO2002017B	2.33				

PO2002018A	2.71	Sava	konvenčně	2.74	0.05
PO2002018B	2.78				
PO2002019A	3.00	Sava	konvenčně	2.95	0.07
PO2002019B	2.90				
PO2002020A	2.05	Sava	ekologicky	2.06	0.02
PO2002020B	2.07				
PO2002021A	2.47	Sava	ekologicky	2.52	0.07
PO2002021B	2.57				
PO2002022A	2.66	Sava	konvenčně	2.67	0.02
PO2002022B	2.69				
PO2002023A	2.87	Matilda	ekologicky	2.84	0.04
PO2002023B	2.81				
PO2002024A	2.09	Sava	ekologicky	2.03	0.09
PO2002024B	1.97				
PO2002025A	1.36	Asterix	ekologicky	1.31	0.07
PO2002025B	1.26				
PO2002026A	1.55	Asterix	konvenčně	1.70	0.20
PO2002026B	1.84				
PO2002027A	3.14	Sava	ekologicky	3.04	0.15
PO2002027B	2.93				
PO2002028A	2.01	Matilda	ekologicky	2.03	0.03
PO2002028B	2.05				
PO2002029A	2.56	Sava	konvenčně	2.55	0.02
PO2002029B	2.53				
PO2002030A	1.24	Asterix	konvenčně	1.26	0.03
PO2002030B	1.28				
PO2002031A	2.33	Asterix	konvenčně	2.36	0.05
PO2002031B	2.39				
PO2002032A	1.93	Asterix	ekologicky	1.96	0.03
PO2002032B	1.98				
PO2002033A	1.71	Sava	konvenčně	1.75	0.06
PO2002033B	1.79				
PO2002034A	1.09	Asterix	konvenčně	1.09	0.00
PO2002034B	1.10				
PO2002035A	1.73	Sava	konvenčně	1.78	0.07
PO2002035B	1.83				
PO2002036A	2.40	Sava	ekologicky	2.35	0.07
PO2002036B	2.30				
PO2002037A	2.56	Sava	konvenčně	2.53	0.04
PO2002037B	2.50				
PO2002038A	1.82	Matilda	ekologicky	1.86	0.05
PO2002038B	1.89				
PO2002039A	2.42	Matilda	konvenčně	2.37	0.07
PO2002039B	2.32				
PO2002040A	1.88	Asterix	ekologicky	1.84	0.05
PO2002040B	1.80				
PO2002041A	1.88	Asterix	konvenčně	1.88	0.00
PO2002041B	1.88				
PO2002042A	2.09	Asterix	ekologicky	2.11	0.03
PO2002042B	2.13				
PO2002043A	1.88	Asterix	konvenčně	1.99	0.16
PO2002043B	2.10				
PO2002044A	1.51	Asterix	ekologicky	1.51	0.01
PO2002044B	1.52				
PO2002045A	1.53	Asterix	konvenčně	1.56	0.04
PO2002045B	1.59				
PO2002046A	2.18	Asterix	ekologicky	2.20	0.03
PO2002046B	2.22				
PO2002047A	2.25	Asterix	konvenčně	2.26	0.02
PO2002047B	2.28				

## b) Vzorky skladované 6 měsíců (PO 2003)

Vzorek	Asparagin (g/kg)	Odrůda	Způsob pěstování	ASN (g/kg)	SD (g/kg)
PO2003001A	3.15	Sava	konvenčně	3.11	0.05
PO2003001B	3.07				
PO2003002A	2.70	Sava	konvenčně	2.76	0.07
PO2003002B	2.81				
PO2003003A	2.54	Sava	ekologicky	2.51	0.06
PO2003003B	2.47				
PO2003004A	2.70	Sava	ekologicky	2.65	0.07
PO2003004B	2.61				
PO2003005A	1.66	Asterix	konvenčně	1.63	0.04
PO2003005B	1.61				
PO2003006A	1.61	Asterix	ekologicky	1.63	0.03
PO2003006B	1.66				
PO2003007A	2.98	Sava	ekologicky	3.00	0.03
PO2003007B	3.02				
PO2003008A	2.15	Asterix	konvenčně	2.18	0.04
PO2003008B	2.21				
PO2003009A	1.69	Sava	konvenčně	1.67	0.03
PO2003009B	1.65				
PO2003010A	1.51	Asterix	ekologicky	1.51	0.01
PO2003010B	1.52				
PO2003011A	2.02	Sava	konvenčně	1.99	0.04
PO2003011B	1.96				
PO2003012A	3.15	Sava	ekologicky	3.11	0.06
PO2003012B	3.06				
PO2003013A	1.34	Asterix	konvenčně	1.32	0.03
PO2003013B	1.30				
PO2003014A	2.13	Sava	ekologicky	2.09	0.06
PO2003014B	2.04				
PO2003015A	2.06	Asterix	ekologicky	2.11	0.07
PO2003015B	2.16				
PO2003016A	1.48	Asterix	ekologicky	1.48	0.00
PO2003016B	1.47				
PO2003017A	2.39	Asterix	konvenčně	2.35	0.05
PO2003017B	2.31				
PO2003018A	2.77	Sava	konvenčně	2.78	0.01
PO2003018B	2.78				
PO2003019A	2.05	Matilda	ekologicky	2.05	0.01
PO2003019B	2.04				
PO2003020A	2.45	Sava	ekologicky	2.51	0.08
PO2003020B	2.57				
PO2003021A	2.19	Matilda	konvenčně	2.19	0.00
PO2003021B	2.18				
PO2003022A	2.73	Sava	konvenčně	2.76	0.04
PO2003022B	2.79				
PO2003023A	2.08	Asterix	ekologicky	2.07	0.01
PO2003023B	2.07				
PO2003024A	2.72	Asterix	konvenčně	2.72	0.00
PO2003024B	2.72				
PO2003025A	1.55	Matilda	ekologicky	1.59	0.05
PO2003025B	1.63				
PO2003026A	2.65	Sava	ekologicky	2.67	0.04
PO2003026B	2.70				
PO2003027A	1.34	Asterix	konvenčně	1.34	0.00
PO2003027B	1.34				
PO2003028A	3.02	Sava	konvenčně	2.98	0.07
PO2003028B	2.93				

PO2003029A	2.17	Asterix	konvenčně	2.20	0.04
PO2003029B	2.23				
PO2003030A	1.88	Asterix	ekologicky	1.86	0.03
PO2003030B	1.84				
PO2003031A	1.50	Asterix	konvenčně	1.52	0.03
PO2003031B	1.53				
PO2003032A	1.46	Asterix	ekologicky	1.47	0.01
PO2003032B	1.47				
PO2003033A	2.15	Asterix	konvenčně	2.19	0.05
PO2003033B	2.22				
PO2003034A	2.81	Matilda	ekologicky	2.78	0.04
PO2003034B	2.75				

Data jsou shrnuta v Tab. BX a na Obr. B3.

Table BX. Hladiny asparaginu ve vzorcích brambor

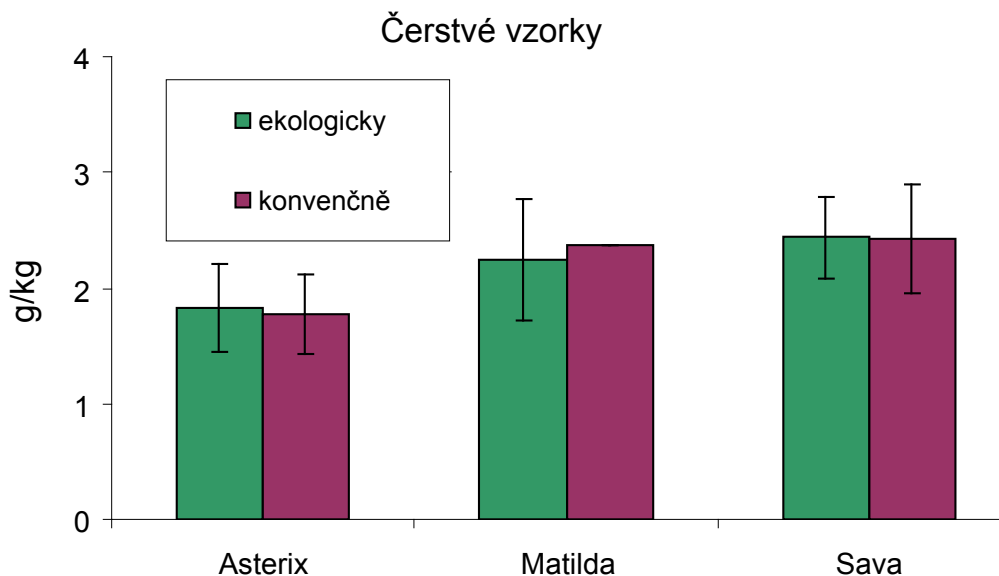
a) Vzorky analyzované po sklizni (PO 2002)

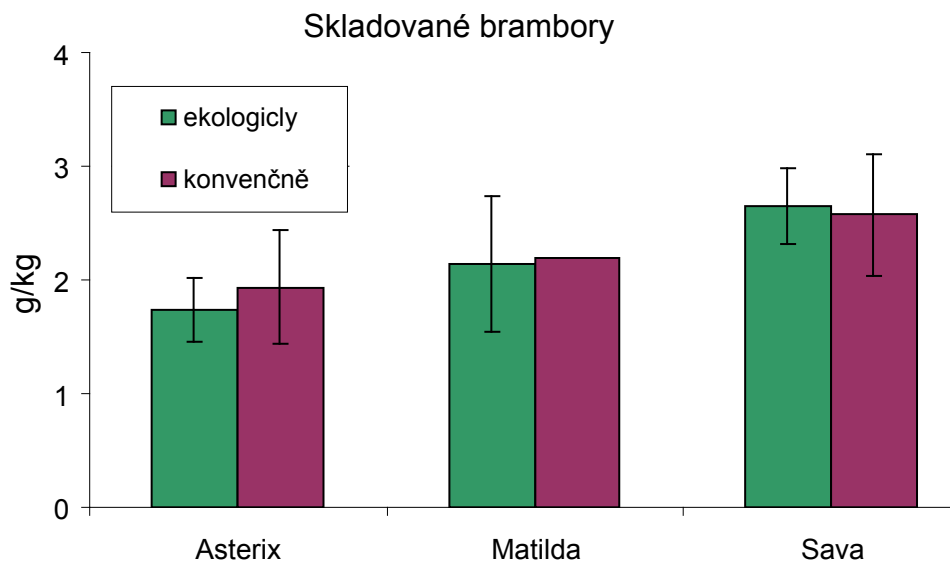
Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	ASN (g/kg)	SD
Asterix	konvenčně	14	1.78	0.34
	ekologicky	15	1.83	0.38
Sava	konvenčně	7	2.43	0.47
	ekologicky	7	2.44	0.36
Matylda	konvenčně	1	2.37	-
	ekologicky	3	2.24	0.52

b) Vzorky skladované 6 měsíců (PO 2003)

Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	ASN (g/kg)	SD
Asterix	konvenčně	9	1.94	0.50
	ekologicky	7	1.73	0.28
Sava	konvenčně	7	2.58	0.53
	ekologicky	7	2.65	0.34
Matylda	konvenčně	1	2.19	-
	ekologicky	3	2.14	0.60

Obrázek B3. Hladiny asparaginu ve vzorcích brambor (g/kg)





### Stanovení ostatních volných aminokyselin ve vzorcích brambor

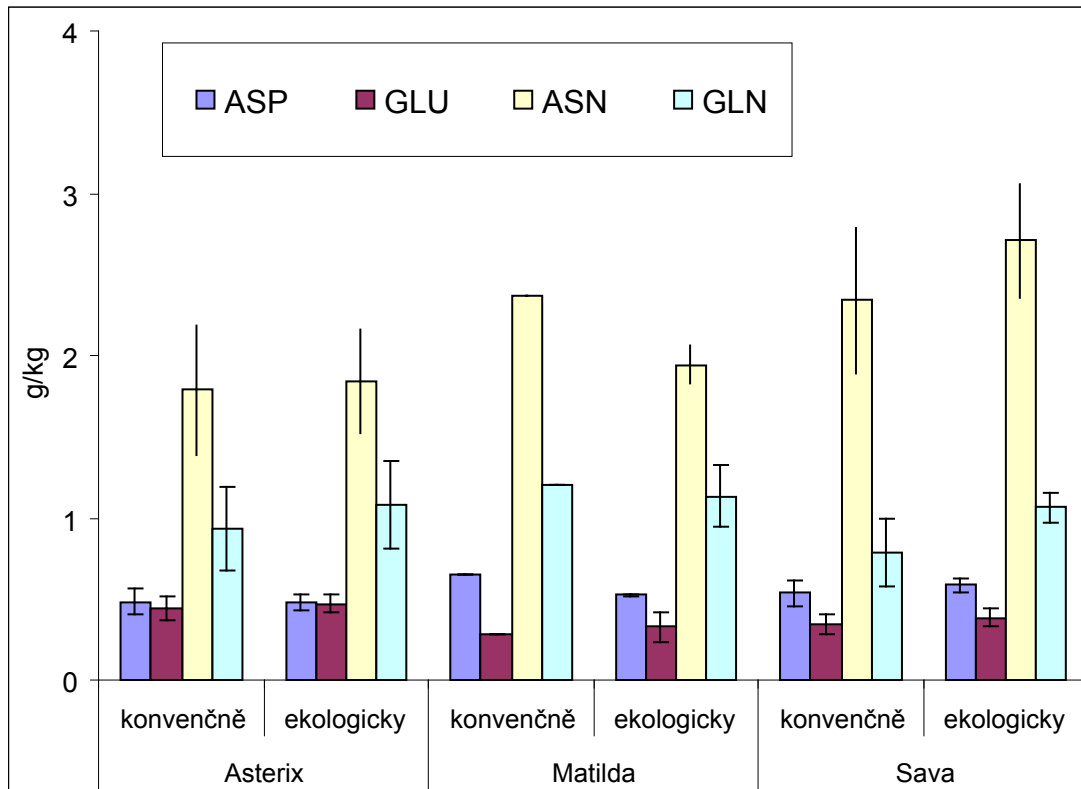
Mimo asparaginu i další volné aminokyseliny jsou přítomny v bramborách. Asparagová kyselina (ASP), glutamová kyselina (GLU), asparagin (ASN) a glutamin (GLN) představují hlavní volné aminokyseliny brambor. V některých vzorcích brambor byl stanoven kromě asparaginu také obsah dalších volných aminokyselin. Hladiny volných aminokyselin ve vzorcích brambor jsou shrnuty v Tab. BXI, průměrný obsah asparaginu u sledovaných odrůd brambor je spolu s hodnotou relativní směrodatné odchylky graficky znázorněn na Obr. B4.

**Table BXI. Hladiny volných aminokyselin ve vybraných vzorcích brambor (g/kg)**

Odrůda	Způsob pěstování	Počet vzorků	ASP g/kg	GLUg/kg	ASN g/kg	GLN g/kg
Asterix	konvenčně	10	0.48	0.44	1.79	0.94
Asterix	ekologicky	8	0.48	0.47	1.84	1.07
Matilda	konvenčně	1	0.65	0.29	2.37	1.20
Matilda	ekologicky	2	0.52	0.33	1.94	1.13
Sava	conventional	6	0.54	0.34	2.34	0.78
Sava	konvenčně	3	0.58	0.38	2.71	1.06
		<b>Průměr</b>	<b>0.54</b>	<b>0.38</b>	<b>2.16</b>	<b>1.03</b>
		<b>%</b>	<b>13.19</b>	<b>9.15</b>	<b>52.61</b>	<b>25.06</b>



Obrázek B4. Hladiny volných aminokyselin ve vybraných vzorcích brambor (g/kg)



## Shrnutí

V souladu s literárními prameny je asparagin hlavní volnou aminokyselinou brambor a představuje asi 50% ze sledovaných aminokyselin obsažených v bramborách.

Nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v obsahu asparaginu mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými bramborami. Ze získaných výsledků je možné usuzovat, že obsah asparaginu v bramborách je spíše odrůdovou záležitostí. Pro potvrzení tohoto předpokladu bude zapotřebí dalších studií.

## **PŘÍLOHA C: HODNOCENÍ KVALITY BRAMBOR PĚSTOVANÝCH EKOLOGICKÝM A KONVENČNÍM ZPŮSOBEM**

Ve spolupráci s Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích byl v roce 2002 založen čtyřletý pokus, zaměřený na sledování kvality brambor z ekologického a konvenčního pěstování. V následujících kapitolách jsou uvedeny výsledky stanovení kvalitativních ukazatelů analyzovaných ve vzorcích sklizených v roce 2002. V současné době jsou zpracovávány vzorky brambor z letošní sklizně.

### **Analyzovaný materiál**

Vzorky brambor (sklizeň 2002, celé hlízy) byly dodány Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích. Provedeno bylo stanovení hladin glykoalkaloidů ( $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu) a kyseliny chlorogenné. Jednalo se o pět odrůd brambor (Bionta, Rosara, Satina, Marabel, Karin) pěstovaných vždy ve dvou lokalitách (Pacovsko, Volyňsko), a to jak konvenčně tak ekologicky. U odrůdy Karin byl sledován také vliv sadby tj. sadba pocházející z konvenčního nebo ekologického množení.

### **Stanovení hladin glykoalkaloidů**

V Tab. CI a Tab. CII jsou uvedeny obsahy GA stanovené ve vzorcích brambor dodaných Jihočeskou univerzitou. Sledován byl vliv odrůdy, lokality, způsobu pěstování (ekologická x konvenční produkce) a také původu sadby (pocházející z ekologického x konvenčního množení). Získané výsledky jsou graficky zpracovány na Obr. C1. Obecně lze říci, že vyšší hladiny GA vykazovaly odrůdy Karin a Bionta a nižší hladiny odrůdy Rosara, Satina a Marabel. V rámci jednotlivých odrůd se projevil jak vliv způsobu pěstování tak i vliv lokality. Rozdíl v hladinách GA mezi ekologickou a konvenční produkcí měl různý trend. Např. u odrůd Bionta a Rosara byly zaznamenány nižší obsahy GA u ekologické produkce, a to v obou lokalitách. U odrůd Satina a Marabel tomu bylo naopak, tj. nižší hladiny GA při konvenčním způsobu produkce. V případě odrůdy Karin byl sledován také vliv původu sadby na hladiny glykoalkaloidů, tj. pocházela-li sadba z ekologického či konvenčního množení (Obr. C2). Sadba z konvenčního množení vykazovala v obou lokalitách nižší hladiny GA, a to jak při ekologickém tak při konvenčním způsobu pěstování.

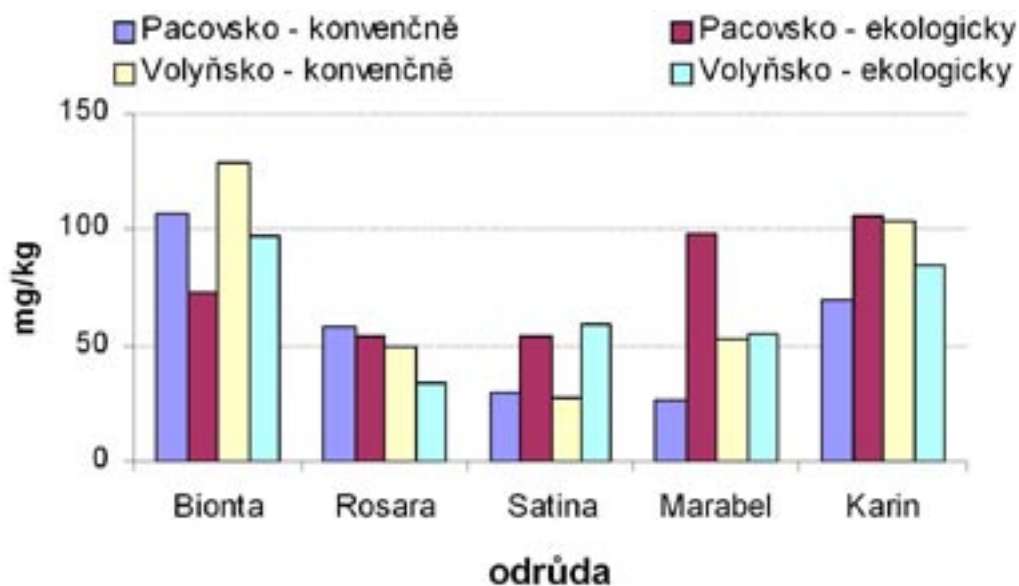
**Tabulka CI. Hladiny glykoalkaloidů ve vzorcích brambor dodaných Jihočeskou univerzitou:  
lokality Pacovsko**

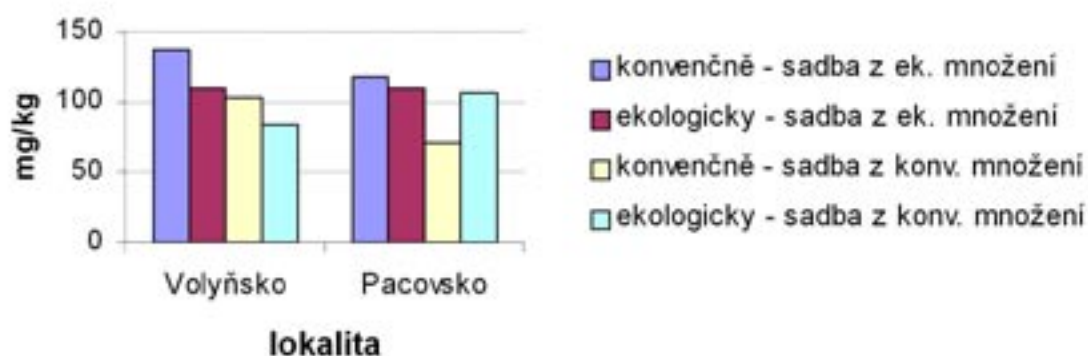
Odrůda	Způsob pěstování	Glykoalkaloidy (mg/kg)			Poměr $\alpha$ -chaconin / $\alpha$ -solanin
		$\alpha$ -chaconin	$\alpha$ -solanin	suma	
Bionta	konvenčně	69,9	37,0	107,0	1,9
	ekologicky	48,8	24,5	73,3	2,0
Rosara	konvenčně	44,2	14,1	58,3	3,1
	ekologicky	40,4	13,4	53,8	3,0
Satina	konvenčně	22,3	6,8	29,1	3,3
	ekologicky	38,6	15,8	54,4	2,4
Marabel	konvenčně	22,1	4,4	26,5	5,0
	ekologicky	66,5	31,3	97,8	2,1
Karin	konvenčně	58,2	12,0	70,2	4,8
	ekologicky	75,1	30,9	106,1	2,4
Karin (ekosadba)	konvenčně	85,5	31,7	117,1	2,7
	ekologicky	77,8	32,4	110,2	2,4

**Tabulka CII. Hladiny glykoalkaloidů ve vzorcích brambor dodaných Jihočeskou univerzitou:  
lokality Volyňsko**

Odrůda	Způsob pěstování	Glykoalkaloidy (mg/kg)			Poměr $\alpha$ -chaconin / $\alpha$ -solanin
		$\alpha$ -chaconin	$\alpha$ -solanin	suma	
Bionta	konvenčně	58,9	70,0	128,9	0,8
	ekologicky	65,4	32,1	97,5	2,0
Rosara	konvenčně	35,7	14,0	49,7	2,5
	ekologicky	26,5	7,6	34,1	3,5
Satina	konvenčně	21,5	5,8	27,3	3,7
	ekologicky	42,8	16,2	59,0	2,6
Marabel	konvenčně	37,7	14,9	52,5	2,5
	ekologicky	38,6	16,0	54,6	2,4
Karin	konvenčně	75,8	27,6	103,4	2,7
	ekologicky	61,9	22,7	84,6	2,7
Karin (ekosadba)	konvenčně	102,4	34,6	137,0	3,0
	ekologicky	80,0	30,2	110,2	2,6

**Obrázek C1. Porovnání hladin glykoalkaloidů ( $\alpha$ -solanin +  $\alpha$ -chaconin) v pěti odrůdách brambor pěstovaných vždy ve dvou lokalitách konvenčně i ekologicky; sadba pochází z konvenčního množení**



Obrázek C2. Porovnání hladin glykoalkaloidů ( $\alpha$ -solanin +  $\alpha$ -chaconin) u odrůdy Karin pěstované ve dvou lokalitách konvenčně i ekologicky, sadba pochází z ekologického a konvenčního množení

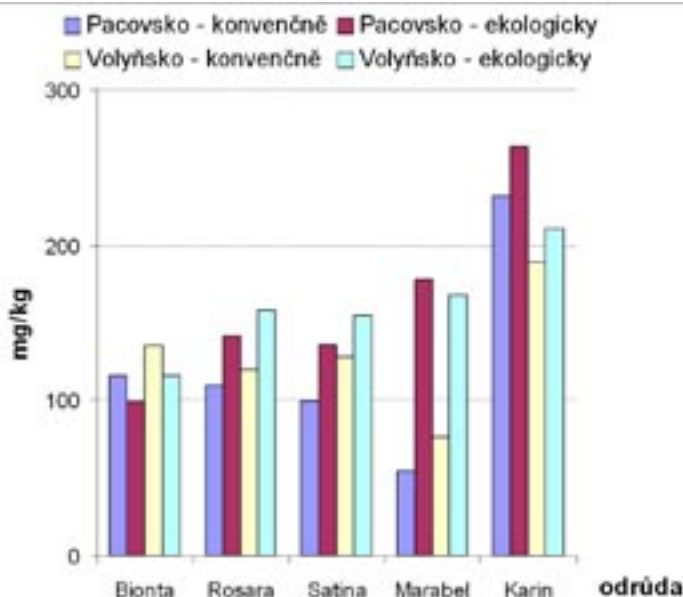
### Stanovení kyseliny chlorogenové

Zjištěné hladiny kyseliny chlorogenové u pěti sledovaných odrůd brambor pěstovaných ve dvou lokalitách, a to vždy ekologicky i konvenčně, jsou uvedeny v Tab. CIII. Nejvyšší hladiny kyseliny chlorogenové byly zjištěny u odrůdy Karin. Jak je patrné z Obr. C3 byly zaznamenány rozdíly v hladinách kyseliny chlorogenové v bramborách pěstovaných ekologickým a konvenčním způsobem. U odrůd Rosara, Satina, Marabel a Karin byl zaznamenán vyšší obsah kyseliny chlorogenové při ekologickém způsobu pěstování, a to vždy v obou lokalitách. Opačně tomu bylo pouze v případě odrůdy Bionta, která vykazovala vyšší hladiny kyseliny chlorogenové při konvenční produkci, a to opět v obou sledovaných lokalitách. Při sledování vlivu původu sadby na obsah kyseliny chlorogenové u odrůdy Karin, tj. pocházela-li sadba z ekologického či konvenčního množení, byly v obou lokalitách nižší hladiny této kyseliny v případě sadby z konvenčního množení (viz Obr. C4).

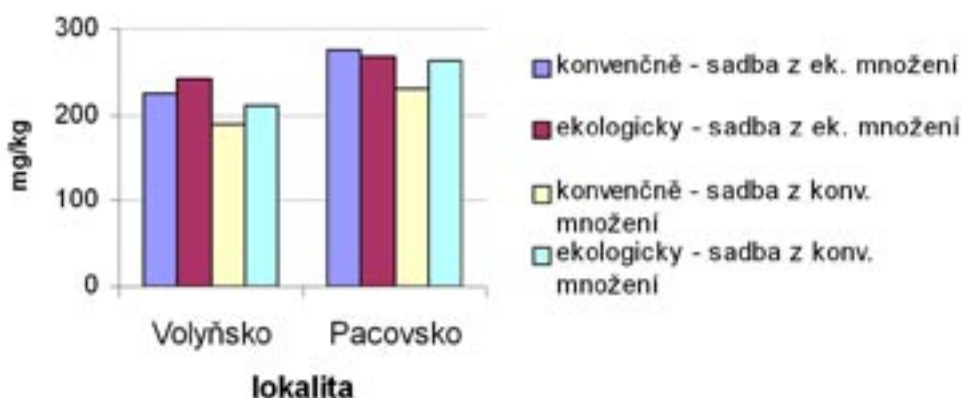
Tabulka CIII. Hladiny kyseliny chlorogenové ve vzorcích brambor dodaných Jihočeskou univerzitou

Odrůda	Způsob pěstování	Kyselina chlorogenová (mg/kg)	
		lokalita Pacovsko	lokalita Volyňsko
Bionta	konvenčně	115,5	135,6
	ekologicky	98,8	115,8
Rosara	konvenčně	109,4	119,9
	ekologicky	140,8	157,5
Satina	konvenčně	99,5	127,8
	ekologicky	136,1	154,4
Marabel	konvenčně	54,5	76,5
	ekologicky	178,2	167,7
Karin	konvenčně	231,6	188,9
	ekologicky	263,2	210,7
Karin (ekosadba)	konvenčně	275,8	226,7
	ekologicky	269,3	243,0

Obrázek C3. Porovnání hladin kyseliny chlorogenové v pěti odrůdách brambor pěstovaných vždy ve dvou lokalitách konvenčně i ekologicky; sadba pochází z konvenčního způsobu produkce



Obrázek C4. Porovnání hladin kyseliny chlorogenové u odrůdy Karin pěstované ve dvou lokalitách konvenčně i ekologicky, sadba pochází z ekologického a konvenčního množení.



## Shrnutí

Z výsledků analýz  $\alpha$ -solaninu a  $\alpha$ -chaconinu v jednotlivých vzorcích brambor vyplývá, že obsah glykoalkaloidů je závislý především na odrůdě. U vzorků brambor dodaných Jihočeskou univerzitou se v rámci jednotlivých odrůd projevilo také vliv lokality a způsobu pěstování na hladiny glykoalkaloidů v hlízách. Některé ze sledovaných odrůd vykazovaly v rámci jedné lokality výrazně vyšší obsahy GA při konvenčním způsobu produkce, jiné naopak při produkci ekologické. Ve všech analyzovaných vzorcích brambor se obsahy glykoalkaloidů pohybovaly výrazně pod hygienickým limitem (MRL), který je v ČR stanoven vyhláškou 53/2002 Sb. a má hodnotu 200 mg/kg neloupaných hlíz.

Na základě výsledků analýz jednotlivých vzorků brambor dodaných Jihočeskou univerzitou lze konstatovat, že hladiny kyseliny chlorogenové v bramborových hlízách se v rámci každé z odrůd liší v závislosti na způsobu pěstování. U většiny sledovaných odrůd brambor se vyšší hladiny kyseliny chlorogenové vyskytovaly v případě ekologického způsobu produkce, nicméně dvě z odrůd vykazovaly opačný trend.

## **LITERATURA**

(Endnotes)

- <sup>1</sup> Zídek T.: Aktuální situace v oblasti ekologického zemědělství, Mezinárodní seminář Flair Flow 4 - Food quality and organic farming (7.2.2003)
- <sup>2</sup> Petr J., Dlouhý J.: v knize: Ekologické zemědělství, Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha (1992)
- <sup>3</sup> Schulzová V., Hajšlová J.: Přírodní toxiny v produktech ekologického zemědělství, abstrakt ze symposia Kontaminanty v potravinách 9 (2001)
- <sup>4</sup> Ostrý V., Rozsypal R.: Ekologické zemědělství a biopotraviny, Státní zdravotní ústav, Zprávy centra, 7 (4), 16-17 (1998)
- <sup>5</sup> Moudrý J.: Pěstování hlavních plodin v ekologickém zemědělství, v knize: 10 let ekologického zemědělství v České republice, Česká zemědělská univerzita v Praze, 24-27 (1999)
- <sup>6</sup> Dlouhý J.: Ekologické zemědělství v Evropě a ve světě, v knize: 10 let ekologického zemědělství v České republice, Česká zemědělská univerzita v Praze, 5-7 (1999)
- <sup>7</sup> EU výměry, Ministerstvo zemědělství ČR, [www.mze.cz/cz/ekozem/download/EUvymery.rtf](http://www.mze.cz/cz/ekozem/download/EUvymery.rtf), [www.organic-europe.net](http://www.organic-europe.net) (22.2.2002)
- <sup>8</sup> Vývoj ekologického zemědělství v ČR od roku 1990, Ministerstvo zemědělství ČR (2002)
- <sup>9</sup> Statistika 2002, Ministerstvo zemědělství ČR, [www.mze.cz/cz/ekozem/download/statistika2002.rtf](http://www.mze.cz/cz/ekozem/download/statistika2002.rtf)
- <sup>10</sup> Dvorský J.: Kontrola ekologického zemědělství ve vztahu k integračnímu procesu v rámci struktur EU, Mezinárodní seminář Flair Flow 4 - Food quality and organic farming (7.2.2003)
- <sup>11</sup> Ostrý V.: Hygienické a jakostní hodnocení biopotravin rostlinného původu, Státní zdravotní ústav, Zprávy centra, 7 (4), 18 (1998)
- <sup>12</sup> Petr J., Škeřík J.: Jakost produktů v ekologickém zemědělství, v knize: 10 let ekologického zemědělství v České republice, Česká zemědělská univerzita v Praze, 30-36 (1999)
- <sup>13</sup> Prugar J., Zrůst J.: Ekologické a konvenční hospodaření a ukazatele vnitřní kvality hlíz bramboru, Úroda: příloha Brambory, 48 (11), 23-25 (2000)
- <sup>14</sup> Prugar J.: Kvalita rostlinných produktů ekologického zemědělství, Rostlinná výroba, 5, 68-79 (1999)
- <sup>15</sup> Prugar J.: Kvalita ekologicky pěstované zeleniny, Výživa a potraviny, 55 (5), 140-141 (2000)
- <sup>16</sup> Prugar J.: Kvalitativní charakteristiky brambor z ekologického a konvenčního systému pěstování, Bramborářství, 8 (1), 8-10 (2000)
- <sup>17</sup> Petr J., Škeřík J.: Odrůdy pšenice a ječmene pro ekologické zemědělství, v knize: 10 let ekologického zemědělství v České republice, Česká zemědělská univerzita v Praze, 37-42 (1999)
- <sup>18</sup> Situační a výhledová zpráva, Ministerstvo zemědělství ČR (prosinec 2002)
- <sup>19</sup> Vodička J., Diviš J.: Zhodnocení uplatnění brambor v ekologickém zemědělství, v knize: Ekotrend, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích – Zemědělská fakulta (2000)
- <sup>20</sup> Škeřík J., Petr J.: Kvalita a výnos brambor v ekologickém zemědělství, v knize: 10 let ekologického zemědělství v České republice, Česká zemědělská univerzita v Praze, 49-57 (1999)



- <sup>21</sup> Souci, Fachmann, Krant: Potato (*Solanum tuberosum* L.), v knize: Food composition and nutrition tables, CRC Press, 639-641 (2000)
- <sup>22</sup> Mottram D. S., Wedzicha B. L., Dodson A. T.: Acrylamide is formed in the Maillard reaction, *Nature*, 419, 448 (2002)
- <sup>23</sup> Brierley E. R., Bonner P. L. R., Cobb A. H.: Factors influencing the amino acid content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers during prolonged storage, *J. Sci. Food Agric.*, 70, 515-525 (1996)
- <sup>24</sup> Becalski A., Lau P.-Y. L., Lewis D., Seaman S. W.: Acrylamide in food: occurrence, sources, and modeling, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 802-808 (2003)
- <sup>25</sup> Abramsson-Zetterberg L.: The dose-response relationship at very low doses of acrylamide is linear in the flow cytometer-based mouse micronucleus assay, *Mutation Research*, 535, 215-222 (2003)
- <sup>26</sup> Yaylayan V. A., Wnorowski A.: Why asparagin needs carbohydrates to generate acrylamide, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1753-1757 (2003)
- <sup>27</sup> Velíšek J.: v knize: *Chemie potravin*, OSSIS Tábor, (2), 29-33 (1999)
- <sup>28</sup> Guziur J., Schulzová V., Hajšlová J.: Vliv lokality a způsobu pěstování na chemické složení hlíz brambor, *Bramborářství*, 8 (1), 6-7 (2000)
- <sup>29</sup> Schulzová V., Hajšlová J., Guziur J., Velíšek J.: Assessment of the quality of potatoes from organic farming, v knize: *Agri – Food Quality II.*, Quality management of fruit and vegetables, Royal Society of Chemistry, 73-75 (1999)
- <sup>30</sup> Davídek J.: Formation and change during processing and storage, v knize: *Natural toxic compounds of food*, CRC Press, 23-30 (1995)
- <sup>31</sup> Percival G. C., Dixon G. R.: Glycoalkaloids, v knize: *Handbook of plant and fungal toxicants* (D'Mello J. P. F.), 19-35 (1997)
- <sup>32</sup> Velíšek J.: v knize: *Chemie potravin*, OSSIS Tábor, (3), 84-89 (1999)
- <sup>33</sup> Kvasnička F., Voldřich M., Votavová L.: Steroidní glykoalkaloidy v planých druzích brambor, *Bramborářství*, 8, 11-13, (2000)
- <sup>34</sup> Zrůst J., Horáčková V., Přichystalová V., Rejtková M.: The content of glycoalkaloids in potato food products, *Czech J. Food Sci.* (v tisku)
- <sup>35</sup> Peksa A., Golubowska G., Rytel E., Lisinska G., Aniolowski K.: Influence of harvest date on glycoalkaloid contents of three potato varieties, *Food Chem.*, 78, 313-317 (2002)
- <sup>36</sup> Friedman M.: Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols – a review, *J. Agric. Food Chem.*, 45 (5), 1523-1540 (1997)
- <sup>37</sup> Zrůst J., Horáčková V., Přichystalová V., Rejtková M.: Light induced alpha-chaconine and alpha-solanine accumulation in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) after harvest, *Rostlinná výroba*, 47 (11), 469-474 (2001)
- <sup>38</sup> Zrůst J., Přichystalová V., Rejtková M.: Obsah glykoalkaloidů v hlízách odrůd bramboru registrovaných v ČR, *Bramborářství*, 8 (4), 11-13 (2000)
- <sup>39</sup> Smith D. B., Roddick J. G., Jones J. L.: Potato glycoalkaloids: Some unanswered questions, *Trends in Food Science & Technology*, 7, 126-131 (1996)
- <sup>40</sup> Rayburn J. R., Friedman M., Bantle J. A.: Synergistic interaction of glycoalkaloids  $\alpha$ -chaconine and  $\alpha$ -solanine on developmental toxicity in *Xenopus* embryos, *Fd. Chem. Toxic.*, 33 (12), 1013-1019 (1995)

- <sup>41</sup> Přichystalová V., Zrůst J., Hlušek J., Jůzl M.:  $\alpha$ -chaconine and  $\alpha$ -solanine tuber contents of very early potato varieties (*Solanum tuberosum* L.), Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 13, 91-102 (1999)
- <sup>42</sup> Hellenaes K. E., Branzell C., Johnsson H., Slanina P.: High levels of glycoalkaloids in the established Swedish potato variety Magnum Bonum, *J. Sci. Food Agric.*, 68 (2), 249-255 (1995)
- <sup>43</sup> Work T. M., Camire M. E.: Phenolic acid detection thresholds in processed potatoes, *Food Quality and Preferences*, 7, 271-274 (1996)
- <sup>44</sup> Hamouz K., Lachman J., Vokál B., Pivec V.: Influence of environmental conditions and way of cultivation on polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers, *Rostlinná výroba*, 45 (7), 297-298 (1999)
- <sup>45</sup> Lachman J., Pivec V., Orsák M.: Polyphenols and enzymatic oxidative browning of potatoes regarding their quality, v knize: *Chemical reactions in foods III*, 17-20 (1996)
- <sup>46</sup> Kari-Kärky M.: The effect of harvesting time and nitrogen fertilization on enzymatic browning in potato during storage, *Agri – Food Quality II.*, Quality management of fruit and vegetables, Royal Society of Chemistry, 213-217 (1999)
- <sup>47</sup> Voldřich M., Votavová L., Volf M., Vacek J., Kadlec P.: Colour changes during the processing of potato tubers, v knize: *Chemical reactions in foods III*, 21-25 (1996)
- <sup>48</sup> Dao L., Friedman M.: Chlorogenic acid content of fresh and processed potatoes determined by ultraviolet spectrophotometry, *J. Agric. Food Chem.*, 40, 2152-2156 (1992)
- <sup>49</sup> Singh R. P., Singh M., King R. R.: Use of citric acid for neutralizing polymerase chain reaction inhibition by chlorogenic acid in potato extracts, *Journal of Virological Methods*, 74, 231-235 (1998)
- <sup>50</sup> Rodriguez de Sotillo D., Hadley M., Holm E. T.: Potato peel waste: stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract, *J. Food Sci.*, 59 (5), 1031-1033 (1994)