

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: Prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Výskyt biologicky účinných aminů a polyaminů ve vybraných druzích zrajících sýrů

The occurrence of biologically active amines and polyamines in selected types
of ripened cheese

Vedoucí diplomové práce: Ing. Eva Samková, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Eva Dadáková, Ph.D.

Autor: Pavel Pojer

České Budějovice

2011

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to ve zkrácené podobě, fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 30. 4. 2011

Podpis:

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucí své práce Ing. Evě Samkové za cenné rady a trpělivost, kterou se mnou měla. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Evě Dadákové za korekci a rady.

OBSAH

1	Úvod.....	Chyba! Záložka není definována.
2	Literární přehled.....	7
2.1	Charakteristika biogenních aminů (BA) a polyaminů (PA).....	7
2.1.1	Vybrané BA a PA a jejich charakteristika	8
2.2	Vznik BA.....	12
2.3	Biologické účinky BA a PA	12
2.3.1	Otrava HIM	14
2.3.2	Toxicita TYM.....	14
2.4	Prevence vzniku BA.....	15
2.5	Limity BA a PA v potravinách.....	16
2.6	Výskyt BA v sýrech	17
3	Materiál a metodika.....	Chyba! Záložka není definována.
3.1	Cíle práce.....	Chyba! Záložka není definována.
3.2	Odběr vzorků.....	Chyba! Záložka není definována.
3.3	Analýza vzorků	Chyba! Záložka není definována.
3.3.1	Použité chemikálie, přístroje a zařízení.....	Chyba! Záložka není definována.
3.3.2	Analytické postupy.....	Chyba! Záložka není definována.
3.4	Statistické vyhodnocení dat.....	Chyba! Záložka není definována.
4	Výsledky a diskuse.....	Chyba! Záložka není definována.
4.1	Obsah BA a PA ve sledovaných vzorcích sýra.....	Chyba! Záložka není definována.
4.2	Vliv druhu sýra na obsah BA a PA.....	Chyba! Záložka není definována.
4.3	Vliv doby skladování na obsah BA a PA.....	Chyba! Záložka není definována.
5	Závěr.....	Chyba! Záložka není definována.
6	Summary	Chyba! Záložka není definována.
7	Seznam literatury.....	23

Seznam použitých zkratek

BA	Biogenní amin
PA	Polyamin
HIM	Histamin
TYR	Tyramin
TRM	Tryptamin
PUT	Putrescin
CAD	Kadaverin
SPD	Spermidin
SPM	Spermin
PEA	β -fenylethylamin
AGM	Agmatin
DAO	Diaminooxidáza
MAO	Monoaminooxidáza
HPLC	Vysokoúčinné kapalinová chromatografie

Následující pasáž Úvod o rozsahu 1 stránky je vypuštěna z důvodů budoucí publikace výsledků v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JČU

Literární přehled

Charakteristika biogenních aminů (BA) a polyaminů (PA)

Biogenní aminy (BA) jsou významné organické sloučeniny, které se vyskytují v živých organismech jako metabolické meziprodukty. Vytvářejí se při proteolýze, a tvoří se tak v látkách bohatých na proteiny, které jsou peptidázami rozštěpeny na aminokyseliny. Enzymy dekarboxylázy rozkládají aminokyseliny na amin a CO₂ (VYLETĚLOVÁ, 2008). BA jsou nízkomolekulární dusíkaté látky bazické povahy, které jsou přirozenou součástí mnoha druhů potravin. V řadě případů však jejich zvýšená tvorba signalizuje nástup rozkladných procesů. Důvody pro sledování těchto látek jsou v zásadě dva. Prvním z nich je jejich toxicita, druhým důvodem je možnost využít stanovení obsahu BA k posuzování kvality potravin, případně kvality surovin použitých pro jejich výrobu (KŘÍŽEK, 2010).

Podle chemické struktury se uvedené BA člení na aromatické (tyramin – TYM a β-fenylethylamin – PEA), heterocyklické (histamin – HIM a tryptamin – TRM), alifatické diaminy (putrescin – PUT a kadaverin – CAD) a polyaminy (spermidin – SPD, spermin – SPM, případně agmatin – AGM).

Někdy se diaminy zjednodušeně řadí mezi polyaminy a heterocyklické aminy se řadí do skupiny aromatických aminů (KŘÍŽEK a KALÁČ, 1998).

Polyaminy jsou alifatické molekuly s aminovou skupinou v jejich struktuře. Nejznámější polyaminy jsou PUT, SPE a SPM a vyskytují se ve všech živých buňkách.

KALÁČ a KRAUSOVÁ (2005) dále uvádí, že PUT, SPD a SPM tvoří skupinu polykationických aminů. Tyto PA byly tradičně považovány za BA. Nicméně díky jejich zvláštní roli v eukaryotických buňkách se od skupiny BA oddělují jako zvláštní skupina. Mezi jejich biologické účinky patří hlavně účast na růstu buněk a jejich množení. PA ať už vzniklé přirozeně nebo přijaté z potravy, mohou být spojovány s rozvojem tumorů. I přesto, že jejich výzkum byl velmi dynamický, informace popisující obsah potravinových PA jsou v literatuře vzácné.

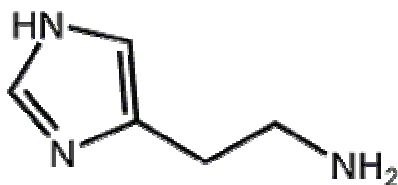
Pohled na BA prošel v závislosti na míře poznání značnými změnami. Původně se jim přisuzovala značná toxicita, PUT a CAD byly dokonce označovány jako ptomainy neboli mrtvolné jedy. Nyní se za toxické považují HIM a v menší míře i TYM a PEA. U skupiny polyaminů (SPD, SPM, PUT, příp. CAD) přijímaných potravou byly dokonce za určitých podmínek prokázány příznivé účinky na organismy (BARDÓCZ, 1993).

Vybrané BA a PA a jejich charakteristika

Histamin (HIM)

Vzniká dekarboxylací aminokyseliny histidinu. Je krystalický a rozpustný ve vodě. Jedná se o tkáňový hormon – mediátor zánětu, v centrálním nervovém systému působí jako neurotransmitter a vyvolává alergické projevy. Vyskytuje se zejména v některých bílých krvinkách, ale i v ostatních orgánech. Jeho nadměrné uvolnění při alergické reakci způsobuje zúžení průdušek (u astmatu). Potlačení jeho působení je součástí léčby alergických stavů (antihistaminika H1) (VYLETĚLOVÁ, 2008).

2-(4-imidazolyl)ethylamin

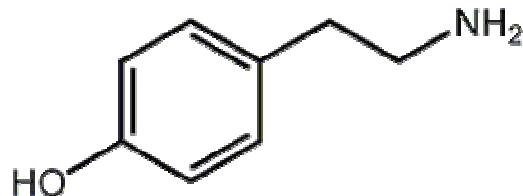


Tyramin (TYR)

Tyramin je jeden z významných biologicky aktivních BA. Vzniká dekarboxylací aminokyseliny tyrosin. Tvoří se v potravě tyrosin-dekarboxylázou obsaženou v bakteriích přítomných v potravě (SILLA-SANTOS, 1996).

Nachází se v potravinách, jejichž výroba je spojena s fermentací nebo také v čokoládě a banánech. Jeho výskyt byl zjištěn v bobulích jmelí ve vysokých toxických koncentracích (VYLETĚLOVÁ, 2008).

4-(2-aminoethyl)fenol



Putrescin (PUT)

Putrescin, systematicky 1,4-diaminobutan, je alifatický (acyklický) diamin. Vzniká dekarboxylací aminokyseliny ornithinu. Vyskytuje se v čerstvém mase a jeho množství závisí na délce skladování. Vzniká také při hnilobném rozkladu masa (VYLETĚLOVÁ, 2008).

1,4-diaminobutan



Kadaverin (CAD)

Kadaverin označovaný také jako diaminopentan, je alifatickým diaminem. Vzniká podobně jako putrescin, dekarboxylací aminokyseliny lysinu (VYLETĚLOVÁ, 2008).

Pentan-1, 5-diamin



Spermin (SPM)

Spermin je odvozený z methioninu (mezistupněm jeho vzniku je spermidin). Spermin je odpovědný za charakteristický zápach spermatu, kde se spolu se spermidinem nacházejí (VYLETĚLOVÁ, 2008).

N,N'-bis-(3-aminopropyl)-1,4-diaminobutan



Spermidin (SPD)

Spermidin se nachází v celém těle a napomáhá rostoucím buňkám při tvorbě nukleových kyselin a bílkovin. Vzniká dekarboxylací aminokyseliny arginin. Jeho množství se zvyšuje při narůstání poruchy metabolismu a přirozeně stoupá při růstu, těhotenství, při obnově svalových buněk po namáhavých aktivitách, stejně jako při regeneraci červených krvinek po ztrátě krve nebo chudokrevnosti (VYLETĚLOVÁ, 2008).

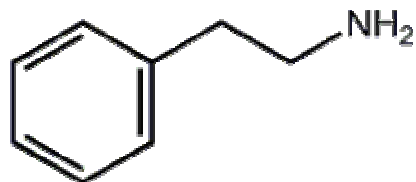
N-(3-aminopropyl)-1,4-diaminobutan



***β*-fenylethylamin (PEA)**

β-fenylethylamin je stopový amin vyskytující se ve tkáních savců, který má účinky na zdraví a chování (WOLF a MOSNAIM, 1983).

2-fenylethylamin



Vznik BA

Jak již bylo zmíněno, naprostá většina BA v potravinách vzniká dekarboxylací volných aminokyselin působením bakteriálních dekarboxyláz, a proto jsou pro tvorbu významnějšího množství BA nutné tři podmínky (KŘÍŽEK a KALÁČ, 1998):

- dostupnost volných aminokyselin
- výskyt bakterií vybavených dekarboxylázami
- podmínky umožňující růst bakterií, biosyntézu dekarboxyláz a jejich aktivitu

Decarboxylace je děj, při kterém se odbourává karboxylová skupina – COOH a vytváří se oxid uhličitý, účinný enzym se pak nazývá dekarboxyláza (KALÁČ a KŘÍŽEK, 2002). EITENMILLER a DESOUZA (1984) identifikovali dva mechanismy dekarboxylace aminokyselin:

- reakce závislá na pyridoxal fosfátu
- reakce nezávislá na pyridoxal fosfátu

Významným předpokladem tvorby BA je proteolýza, ať již autolytická, či bakteriální. Dekarboxyláza aminokyselin není u bakterií zcela běžná. Vyskytuje se zejména u rodů *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Photobacterium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella* a *Shigella* a mléčných bakterií rodů *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Streptococcus* (SHALABY, 1996; SILLA-SANTOS, 1996).

Biologické účinky BA a PA

Biogenní aminy, zejména HIM, TYR, PUT, SPD a SPM, jsou u živočichů potřebné pro řadu fyziologických funkcí. Při nadměrném příjmu v potravě však mohou vyvolávat projevy otravy. Ovlivňují krevní tlak (HIM snižuje, TYR zvyšuje), HIM má psychoaktivní účinky. Projevy intoxikace jsou nervové a kožní, zejména nucení na zvracení, dýchací potíže, bušení srdce, bolení hlavy, zvýšení i pokles krevního tlaku, zrudnutí v obličeji, pálení v ústech,

červená vyrážka na kůži (TEN BRINK et al., 1990). Otravy histaminem jsou nejproblémovější.

Ve střevním traktu savců působí značně účinný detoxikační systém, který dokáže metabolizovat normální příjem BA potravou. Hlavní roli hrají hojně zastoupené enzymy monoaminoxidáza (MAO) a diaminoxidáza (DAO). Ty však mají jen určitou kapacitu, která nezvládne nadměrný příjem BA. Ten se může projevit již u potravin, které dosud nejeví sensoricky postřehnutelné projevy kažení. Enzymy působí ve střevním epitelu, takže do krevního oběhu se dostávají již produkty oxidace BA. Aktivitu těchto enzymů snižuje alkohol, především však některé léky, tzv. inhibitory MAO. Nejvýraznější je to u některých psychofarmak. Nepříznivě působí zejména klasická antidepresiva a nežádoucí účinky byly zjištěny rovněž u izoniazidu používaného při léčbě tuberkulózy a u některých antimalarik. Velmi podstatné je, že detoxikační schopnost organismu je značně individuální a zhoršuje se např. při některých onemocněních (KŘÍŽEK a KALAČ, 1998).

Proto je obtížné stanovit jednoznačné nejvyšší přijatelné koncentrace jednotlivých aminů. Škodlivé účinky dvou nejvýznamnějších – HIM a TYM – mohou být zesíleny jednak ostatními současně přijímanými BA, zejména PUT a CAD, které vyčerpávají část detoxikační kapacity aminoxidáz. A také dosud neidentifikovanými látkami, které se předpokládají v potravinách, u nichž došlo k bakteriální degradaci bílkovin. Tyto látky by zřejmě měly po vstřebání vyvolat uvolňování HIM vázaného v žírných buňkách a v dalších tělních rezervoárech, čímž by zesilovaly účinky HIM přijatého potravou (KŘÍŽEK a KALAČ, 1998).

Některé BA jsou posuzovány jako potenciální karcinogeny. Zahříváním PUT může vznikat pyrrolidin, z CAD vzniká piperidin. Tyto produkty mohou být za určitých podmínek nitrovány obdobně jako sekundární aminoskupiny SPD a SPM (SHALABY, 1996).

Obsahy v pokusných krmných dávkách, které nevyvolaly u krys pozorovatelné nežádoucí účinky, byly 2000 mg/kg pro TYM, 1000 mg/kg pro SPD, ale jen 200 mg/kg pro SPM (KŘÍŽEK a KALAČ, 1998).

Jako nejtoxičtější BA se obecně považují HIM, TRM, PEA a TYR. Tyto BA jsou biologicky aktivní, a mají fyziologické účinky na člověka (většinou psychoaktivní nebo vazoaktivní). Psychoaktivní aminy ovlivňují nervový systém působením na neurotransmitery, zatímco vazoaktivní aminy působí na cévní systém (LOVENBERG, 1973). Příjem potravy obsahující vysoké množství BA vede k otravám z jídla, včetně otravy HIM (rybí otrava) a

toxicity TYM (sýrová reakce). Škodlivé vlivy konzumace potravy bohaté na BA mohou být očekávány pouze pokud se aminy dostanou do krevního oběhu (JOOSTEN, 1988).

Otrava HIM

HIM je velmi silná biologicky aktivní chemická látka, která vyvolává mnoho procesů v lidském těle. Tukové a krevní buňky obsahují velké množství HIM. Účinek HIM se nedostaví, pokud není zvláštní reakcí (např. alergická) uvolněn do krevního oběhu. HIM reaguje tak, že se spojí s receptory na celulární membráně, které jsou v cévním oběhu a v různých sekrečních žlázách (JOOSTEN, 1988). HIM může přímo stimulovat srdce, což je výsledek jeho snahy o uvolnění adrenalinu a noradrenalinu ze suprarenálních žláz, dráždí hladké svalstvo dělohy, dále také zažívací a dýchací systém, stimuluje senzory a motorické neurony a v neposlední řadě kontroluje sekreci žaludečních kyselin (SOLL a WOLLIN, 1977; TAYLOR et al., 1984; JOOSTEN, 1988).

TAYLOR (1986) shrnuje toxikologické a klinické aspekty toxicity histaminu, který ve vyšší koncentraci významně působí na kardiovaskulární systém, rozšíření periferních krevních cév, kapilár a tepen s výsledným nízkým tlakem, bolestmi hlavy a zčervenáním pokožky, bolestmi břicha, zvracením a průjmem.

Toxicita TYM

TYM patří do skupiny vazoaktivních aminů. Význam TYM v potravě je v jeho toxických důsledcích, protože kromě toho, že je sám o sobě lehce jedovatý, reaguje s MAO inhibítorem.(NOVELLA-RODRÍGUEZ et al., 2002)

Enzym MAO oxidativně deaminuje aminy přijaté v potravě a hraje hlavní roli v jejich degradaci v lidském těle než se dostanou do krevního oběhu. Užívání MAO léků v léčbě depresí tento detoxikační proces zastavuje. To způsobuje zvyšování koncentrace aminů (např. TYM) v krevním oběhu, což vede k hypertenzní krizi pacienta (BLACKWELL, 1963).

TYM účinkuje hlavně nepřímo uvolňováním noradrenalinu ze sympatického nervového systému, což způsobuje zvýšení krevního tlaku zúžením periferních cév a vyšší výkon srdce. TYM také rozšiřuje zorničky, způsobuje slzení a slinění, zvyšuje frekvenci dýchání a krevní cukr (JOOSTEN, 1988).

Shrnutí účinků jednotlivých BA je uvedeno v tabulce č 1. Tato tabulka popisuje prekurzory BA a toxikologické účinky vybraných BA.

Tabulka č. 1 Přehled účinků vybraných aminů na organismus (SHALABY, 1996)

Amin	Prekurzor	Účinek
Histamin	Histidin	Uvolňování adrenalinu a noradrenalinu; Dráždění hladkých svalů dělohy, trávicího a dýchacího systému; Stimulace sensorických a motorických neuronů; Kontrola sekrece žaludečních kyselin
Tyramin	Tyrosin	Periferní vasokonstrikce; Zvyšování tepu a frekvence dechu; Způsobuje migrénu; Uvolňuje noradrenalin; Zvyšuje krevní cukr; Způsobuje slzení;
Putrescin a kadaverin	Ornithin a lysin	Hypotenze; Bradykardie; Křeče žvýkacího svalu; Paréza končetin; Zvyšuje toxicitu jiných aminů;
β -fenylethylamin	Phenylalanin	Uvolňuje noradrenalin; Zvyšuje krevní tlak; Způsobuje migrénu;
Tryptamin	Tryptofan	Zvyšuje krevní tlak;

Prevence vzniku BA

Podle SILLA-SANTOSE (1996) lze vznik a množství BA v potravinách nebo potravinářských surovinách ovlivnit omezením bakteriálního růstu nebo inhibicí aktivity příslušných enzymů působením řady faktorů. K nejvýznamnějším patří teplota, aktivita vody, hodnota pH, doba skladování, obsah solí, redox potenciál, apod. Teplota prostředí významně ovlivňuje enzymatickou aktivitu mikroorganismů, a tím samozřejmě i vznik BA. Obecně platí, že produkce BA je úměrná teplotě a době skladování.

Vznik HIM v sýrech je podle STRATTONA et al. (1991) spojen rovněž s dostupností substrátu a koncentrací soli. Správná skladovací teplota je pravděpodobně nejdůležitější činitel v prevenci vzniku BA.

Teplota při skladování ovlivnila rovněž koncentraci HIM a TYM u sýru Chihuahua (DIAZ-CINCO et al., 1992)

Optimální hladina pH pro syntézu TYM v sýrech je 5.0 (DIAZ-CINCO et al., 1992), neboť tato hladina pH podporuje dekarboxylační aktivitu.

Obsah BA v potravinách lze podle KRÍŽKA (2010) snížit několika způsoby:

- 1) enzymaticky oxidovat aminy za přítomnosti kyslíku na aldehydy,
- 2) přidavkem sacharidů do tepelně upravovaných potravin umožnit reakce vedoucí k tzv. neenzymovému hnědnutí,
- 3) při přípravě jídel vyluhovat aminy do varné lázně a vývar nekonzumovat.

Uvedené postupy mají omezenou použitelnost v praxi. Hlavní proto zůstává prevence vzniku BA, především cestou vysoké úrovně hygieny výrobních provozů.

Doporučení prevence vzniku BA v mléce a sýrech je podle ČERNÉHO et al. (2005):

- dbát na vysokou mikrobiální jakost nakupovaného mléka,
- zavést do laboratorní praxe mikrobiální metody vhodné pro preventivní sledování výskytu mikroorganismů vykazujících dekarboxylázovou aktivitu,
- souběžně s mikrobiální kontrolou mléka a sýrů je žádoucí sledovat i další suroviny a pomocné látky používané při výrobě sýrů.

Limity BA a PA v potravinách

Tabulka č. 2 popisuje nalezenou literaturu, která se zabývá doporučenými hodnotami BA. Z výsledků můžeme vidět vysoké rozdíly mezi doporučeními jednotlivých autorů.

Tabulka č. 2 Doporučené hodnoty biogenní ch aminů (BA) v mg/kg podle různých autorů

Zdroj	TYM	HIM	HIM+CAD +PUT	PUT	SPM + SPD
SPANIER a VAN ROODE, 1991			do 300		
BRINK et al., 1990	100 – 800	100			
TAYLOR, 1986	do 1000	do 1000	do 1000		
SILLA- SANTOS, 1996	100	100			
KALAČ a KRAUSOVÁ, 2005				2000	600
SIMON- SARKADI a HODOSI,1995					0-192
KŘÍŽEK a KALAČ, 1998	2000				1000 - SPM 200 - SPD

Výskyt BA v sýrech

Během fermentace je přítomno velké množství mikroorganismů, z nichž mnohé jsou schopny tvořit BA. Mléčné bakterie produkují nejvíce HIM, TYM, PUT a CAD. Po rybách jsou sýry druhým nejčastějším původcem otrav HIM (SILLA-SANTOS, 1996).

Biogenní aminy byly nalezeny v malém množství v široké škále sýrů (STRATTON et al., 1991). Nejdůležitější BA vyskytující se v sýrech jsou: TYR, HIM, PUT, CAD, TRM a PEA (JOOSTEN, 1988; TAWFIK et al., 1992).

Během zrání je kasein pomalu degradován proteolytickými enzymy, což vede ke zvýšení obsahu volných aminokyselin (JOOSTEN a OLIEMAN, 1986), které mohou být následně vystaveny další rozkladné reakci a katalyzovány specifickými dekarboxylačními bakteriemi

za vzniku CO₂ a aminu. Proto se hladina BA postupně zvyšuje se změnou obsahů, hlavně HIM, PUT a CAD, a s rostoucí dobou zrání (DEGHEIDI et al., 1992).

Sýr, který byl při výrobě podroben vysoké teplotě, obsahuje značné množství BA (SPANJER a VAN ROODE, 1991).

Nižší obsahy BA měly sýry holandského typu, vyšší sýry poloměkké, ementálského typu a plísňové (KŘÍŽEK, KALÁČ, 1998).

Kvantitativně nejdůležitější BA v sýrech je TYR. Jeho obsah roste v průběhu zrání nebo v závislosti na použité kultuře. Naopak obsah SPM a SPD se během zrání nemění nebo mírně klesá (KOMPRDA, 2007).

Dalším kvantitativně důležitým BA vyskytujícím se v sýrech je HIM. Některé bakterie, které jsou používány jako startovací kultury v mléčném průmyslu, jako *Streptococcus lactis* a *Lactobacillus helveticus* byly identifikovány jako původci HIM (STRATTON et al., 1991). Dalšími původci HIM jsou *Streptococcus faecium*, *Streptococcus mitis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, a bakterie propionové kultury (EDWARDS a SANDINE, 1981). U *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, a *Lactobacillus arabinose* byla také zjištěna histidinová dekarboxylační aktivita (STRATTON, et al., 1991).

Mléko od prvovýrobce dodržujícího zásady správné výrobní praxe neobsahuje BA, resp. HIM vůbec (ČERNÝ et al., 2005).

SUMMER et al. (1985) izoloval ze švýcarského sýra kmen *Lactobacillus buchneri*, který byl schopen vyprodukovat 420 mg/kg HIM. Pět dalších velmi podobných kmenů bylo nalezeno v sýru Gouda (JOOSTEN a NORTHOLT, 1989). *Enterobacteriaceae*, heterofermentativní lactobacily a *Enterococcus faecalis* jsou také spojovány se značnou produkcí až do 600 mg/kg BA včetně PEA (NOUT, 1994).

Následující pasáž Materiál a metodika o rozsahu 7 stránek je vypuštěna z důvodů budoucí publikace výsledků v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JČU

Následující pasáž Výsledky a diskuze o rozsahu 25 stránek je vypuštěna z důvodů budoucí publikace výsledků v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JČU

Následující pasáž Závěr o rozsahu 2 stránky je vypuštěna z důvodů budoucí publikace výsledků v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JČU

Následující pasáž Summary o rozsahu 1 stránky je vypuštěna z důvodů budoucí publikace výsledků v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JČU

Seznam literatury

1. Bardócz, S. (1993): The role of dietary polyamines. *European J. of Clinical Nutrition*, 47, s. 683-690.
2. Blackwell, B. (1963): Hypertensive crises due to monoamine oxidase inhibitors. *Lancet*, 2, s. 849-851.
3. Černý, V., Křížek, M., Kvasničková, E., Havlíková, Š. (2005): Výskyt biogenních amínů v sýrech. *Celostátní přehledky sýrů 2005*. 1. vydání. Praha: Česká společnost chemická, 2005. s. 53-55.
4. Dadáková, E., Křížek, M. and Pelikánová, T. (2009): Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food Chemistry*, 116, s. 365-370.
5. Diaz-Cinco, M. E., Fraijo, C., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J. and Gonzalez de Mejia, E. (1992): Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine. *J. of Food Science*, 57, s. 355-356.
6. Eitenmiller, R. R., De Souza, S. (1984): Enzymatic mechanisms for amine formation in fish, In *Seafood Toxins*. American Chemical Society, Washington, DC.
7. Edwards, S. T., Sandine, W. E. (1981): Public health significance of amines in cheese. *J. of Dairy Science*, 64, ISSN 19812431-2438.
8. Joosten, H. M. L. G. (1988): Conditions allowing the formation of biogenic amines in cheese. 3. Factors influencing the amount formed. *Netherlands Milk Dairy J.*, 42, s. 329-357.
9. Joosten, H. M. L. G., Olieman, C. (1986): Determination of biogenic amines in cheese and some other food products by high-performance liquid chromatography in combination with thermosensitized reaction detection. *J. of Chromatography A*, 356, s. 311-319.
10. Joosten, H. M. L. G., Northolt, M. D. (1989): Detection, growth, and amine-producing capacity of lactobacilli in cheese. *Appl. Environ. Microbiol.* 55, s. 2356 - 2359.
11. Kalač, P., Krausová, P. (2005): A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*, 90, s. 219-230.

12. Kalač, P., Křížek, M. (2002): Biogenní aminy a polyaminy v potravinách. *Výživa a potraviny*, 1, s. 12-13.
13. Křížek, M., Kalač, P. (1998): Biogenní aminy v potravinách a jejich role ve výživě. *Czech J. of Food Science*, 16, s. 151-159.
14. Křížek, M. (2010): Biogenní aminy v potravinách. *Sborník Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin - "Ingrový dny"*, 36, s. 11-17.
15. Komprda, T., Smělá, D., Novická, K., Kalhotka, L., Šustová, K., Pechová, P. (2007): Content and distribution of biogenic amines in Dutch-type hard cheese. *Food Chemistry*, 102, s. 129-137.
16. Lovenberg, W. (1973): Some vaso- and psychroactive substances in food: amines stimulates depressants and hallucinogens. In *Toxicants Occurring Naturally in Foods. National Academy of Science*, Washington, DC.
17. Lafeto, V., Fernández, M., Alvarez, M. A. (2009): Effect of post-ripening processing on the histamine and histamine-producing bacteria contents of different cheeses. *Int. Dairy J.*, 19, s. 759 – 762.
18. Novella-Rodríguez, S., Veciana-Nogués, M. T., Roig-Sagués, Trujillo-Mesa, A. J., Vidal-Carou, M. C. (2002): Influence of Starter and Nonstarter on the Formation of Biogenic Amine in goat Cheese During Ripening. *J. of Dairy Science*. Vol. 85 (10):s. 2471-2478.
19. Nout, M. J. R. (1994): Fermented foods and food safety. *Food Research Int.*, 27, s. 291.
20. Silla-Santos, M. H. (1996): Biogenic amines: their importance in foods. *International J. of Food Microbiology*, 29: s. 213-231.
21. Shalaby, Ali R. (1996): Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research Int.*, 29, s. 675-690.
22. Spanjer, M. C. and Van Roode, B. A. S. W. (1991): Towards a regulatory limit for biogenic amines in fish, cheese, and sauerkraut. *De Ware(n)-Chemicus* 21, s. 139-167.
23. Soll, A. H. and Wollin, A. (1977): The effects of histamine prostaglandin Es, and secretin on cyclic AMP in separated canine fimbriated mucosal cells. *Gastroenterology*, 72, s. 1166.

24. Stratton, J. E., Hutkins, R. W., Taylor, S. (1991): Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. *J. of Food Protection* , 54, s. 460-470.
25. Standarová, E., Vorlová, L., Kordiovská, P., Janštová, B., Dračková, M., Borkovcová, I.(2010): Biogenic Amine Production in Olomouc Curd Cheese (Olomoucké tvarůžky) at Various Storage Conditions. *Acta Veterinaria Brno*. 79, s. 147–156.
26. Sládková, P., Komprda, T., Burdychová, R. (2007): Skríníng startovacích a probiotických kultur určených pro výrobu fermentovaných masných výrobků na schopnost tvorby biogenních aminů. *In MendelNet07 Agro.*, MZLU, s. 96. ISBN 978-80-7375-119-7.
27. Simon-Sarkadi L, Hodosi E. (1995): Determination of biogenic amine in food using amino acid analyzer. *Proc. European Food Chemistry VIII*, 2, s. 486-489.
28. Tawfik, N. F., Shalaby, A. R. and Effat, B. A. (1992): Biogenic amine contents of ras cheese and incidence of their bacterial producers. *Egypt. J. of Dairy Science*, 20, s. 219-225.
29. Taylor, S. L. (1986): Histamine food poisoning: Toxicology and clinical aspects. *Critical Reviews on Toxicology*, 17, s. 91-128.
30. Taylor, S. L., Hui, J. Y. and Lyous, D. E. (1984): Toxicology of scombroid poisoning. in *Seafood Toxins. ACS Symp.*, 262. s. 417.
31. Taylor, S. L, Sumner, S. S., Speckhard, M. W., Somers, E. B. (1985): Isolation of histamine-producing *Lactobacillus buchneri* from Swiss cheese implicated in a food poisoning outbreak. *Appl. Environ. Microbiology.*, 50, s. 1094 -1096.
32. Ten Brink, B., Damink, C., Joosten, H. M. L. J., and Huisin't Veld, J. H. J. (1990): Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *Int. J. of Food Microbiology*, 11, s. 73–84
33. Velíšek, J. (1999): *Chemie potravin* 3. 1. vyd. Tábor, OSSIS, 342 s.
34. Wolf, M. E. and Mosnaim, A.D. (1983): Phenylethylamine in neuropsychiatric disorders. *General Pharmacology*, 14, s. 385–390
35. Vyletělová, M. (2008): Bakterie v mléce a biogenní aminy, *Výrobní zemědělská praxe a potravinářské biotechnologické úpravy pro zvýraznění pozitivních zdravotních vlivů mléka a mléčných výrobků*. 1. vyd. s. 17 - 22.