

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

ADITIVNÍ LÁTKY V POTRAVINÁCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Lenka Portychová

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.

2011

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

ADDITIVE COMPOUNDS IN FOODSTUFFS

BACHELOR'S WORK

AUTHOR: Lenka Portyčová

SUPERVISOR: Assoc. Prof. Martin Adam, Ph.D.

2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka PORTYCHOVÁ**
Osobní číslo: **C08489**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Aditivní látky v potravinách**
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši zabývající se aditivními látkami (tzv. Éčka) a jejich významem v potravinářství.
2. Uveďte základní přehled povolených aditivních látek v ČR a využitelnost jednotlivých skupin aditiv pro výrobu potravin včetně hlavních důvodů pro jejich používání. Popište specifika využívání aditivních látek v ČR v kontextu s EU.
3. Diskutujte zdravotní aspekty a případná rizika spojená s výskytem aditivních látek a s konzumací potravin tyto látky obsahujících.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.**

Katedra analytické chemie


Konzultant bakalářské práce:

Ing. Petra Pavlíková

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24. června 2011**



prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.

děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2011

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 19. června 2011

Lenka Portychová

Úvodem bych velmi ráda poděkovala mému vedoucímu práce doc. Ing. Martinovi Adamovi, Ph.D. za jeho užitečné i odborné rady a vstřícnost. Také děkuji své rodině za všestrannou podporu.

SOUHRN

Tato bakalářská práce je zaměřena na aditivní látky v potravinářství. Je zde popsána jejich historie, vlastnosti, dělení, použití, stanovení a příslušná legislativa v České republice, co se týče povolených přídatných látek a jejich uvádění na obalech potravin. Především je tato práce věnována čtyřem hlavním skupinám aditiv, což jsou potravinářská barviva, konzervanty, sladidla a antioxidanty.

Klíčová slova:

aditivní látky

potravinářská barviva

konzervanty

sladidla

antioxidanty

SUMMARY

This work is focused on the food additives. It describes their history, characteristics, classification, usage, determining and the relevant legislation in the Czech Republic in terms of permitted additives and their presentation on food packaging. In particular, the work is devoted to four main groups of additives, which are food dyes, preservatives, sweeteners and antioxidants.

Keywords:

additives

food dyes

preservatives

sweeteners

antioxidants

OBSAH

1. ÚVOD.....	11
2. ADITIVNÍ LÁTKY V POTRAVINÁCH.....	12
3. POTRAVINÁŘSKÁ BARVIVA.....	14
3.1. Přírodní barviva.....	15
3.2. Syntetická barviva.....	17
3.3. Stanovení potravinářských barviv.....	19
4. KONZERVANTY.....	21
4.1. Kyseliny a jejich deriváty.....	21
4.2. Oxid siřičitý a jeho sloučeniny.....	23
4.3. Dusitany a dusičnany.....	23
4.4. Další konzervanty.....	24
4.5. Stanovení konzervantů.....	25
5. SLADIDLA.....	28
5.1. Popis nejvýznamnějších sladidel.....	28
5.2. Stanovení sladidel.....	30
6. ANTIOXIDANTY.....	32
6.1. Syntetické antioxidanty.....	33
6.2. Přírodní antioxidanty.....	33
6.3. Stanovení antioxidantů.....	36
7. FALŠOVÁNÍ POTRAVIN.....	38
8. ZÁVĚR.....	39
9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	40

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AD	amperometrická detekce
ADI	přijatelný denní příjem (acceptable daily intake)
BHA	butylhydroxyanisol
BHT	butylhydroxytoluen
CE	kapilární elektroforéza (capillary electrophoresis)
DAD	detekce diodovým polem (diode array detection)
DLLME	mikroextrakce založená na tvorbě disperzního systému (dispersive liquid-liquid microextraction)
DPP	diferenční pulzní polarografie
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization)
FCM	metoda s Folin-Ciocalteu činidlem
FDA	Správa potravin a léčiv (Food and Drug Administration)
FIA	průtoková injekční analýza (flow injection analysis)
GC	plynová chromatografie (gas chromatography)
HPLC	vysokoučinná kapalinová chromatografie (high performance liquid chromatography)
IC	iontová chromatografie (ion chromatography)
INS	mezinárodní číselný systém (International Numbering System)
MLC	micelární kapalinová chromatografie (micellar liquid chromatography)
MS	hmotnostní spektrometrie (mass spectrometry)
PBM	metoda dle Price a Butlera (Price and Butler method)
PLS	metoda nejmenších čtverců (partial least squares)
SDS	dodecyl sulfát sodný (sodium dodecyl sulfate)
SIA	sekvenční injekční analýza
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
TBHQ	terciální butylhydrochinon (terc. butylhydroquinone)
UV	ultrafialová (ultraviolet) oblast světla
VIS	viditelná (visible) oblast světla
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

1. Úvod

S aditivními látkami se lze v potravinářství setkat čím dál tím více, v moderním světě jsou nepostradatelnou složkou většiny potravin. Neznamená to však, že by lidstvo objevilo přínos těchto látek během posledních pár desítek let. Sůl, ocet, kouř a různá koření se používají již několik tisíc let. Počátkem dvacátého století rostla poptávka po trvanlivějších potravinách. Rostoucí znalosti chemických a fyzikálních pochodů (co se potravin týče) umožňovaly vycházet této poptávce vstříc. V současné době se odhaduje, že například ve Spojených státech se do potravin přidává přes 2500 různých látek. Americká organizace FDA (Správa potravin a léčiv) registruje ročně cca sto žádostí o povolení nových potravinářských aditiv.

Na našem území byla situace do roku 1989 zcela odlišná. Spotřeba potravinářských aditiv se nezvyšovala díky omezování jejich dovozu. Po roce 1989 však zejména příchod velkých potravinářských koncernů zapříčinil prudký nárůst spotřeby těchto látek. Navíc i domácí výrobci si uvědomili, že chtějí-li konkurovat zahraničním producentům, musí také vyrábět levnější, trvanlivější, vzhledově lákavější a chuťově vyrovnanější potraviny.¹

Přírodní aditiva jsou většinou mnohem více bezpečná než ta uměle připravená, mají ovšem spoustu jiných negativ, která byla u syntetických úspěšně eliminována. Bez přídatných látek bychom měli spoustu problémů co se potravin týče, pro potravinářský průmysl jsou již nepostradatelná.

Nic však není dokonalé, a tak i aditiva přináší spoustu problémů. Často mohou negativně ovlivňovat lidské zdraví. Některá jsou z tohoto důvodu zakázána, ale spousta přídatných látek, u kterých studie poukazují na jejich negativní účinky, je stále povolena (i když třeba jen ve velmi omezeném množství).

Tato práce je zaměřena především na čtyři hlavní skupiny aditiv, což jsou barviva, konzervanty, sladidla a antioxidanty. Jsou popsány jejich vlastnosti, dělení, použití, stanovení a příslušná legislativa v České republice dle Vyhlášky č. 4/2008 Sb. Závěr této práce je v krátkosti věnován tématice falšování potravin pomocí přídatných látek.

2. Aditivní látky v potravinách

Potravinářské aditivní (přídavné) látky jsou takové sloučeniny nebo jejich směsi, které se k potravíně záměrně přidávají při výrobě, zpracování, skladování nebo balení za účelem zvýšení její kvality (prodloužení trvanlivosti potravin, zvýraznění nebo obnovení barvy potravin, zvýšení nebo regulace kyselosti a zahušťovacích vlastností, případně dodání potravinám sladké chuti bez použití řepného cukru). Mohou být i přirozenou součástí potraviny. Jako poživatina se nepoužívají samostatně, mohou i nemusí mít určitou výživovou hodnotu. V roce 1955 expertní komise FAO/WHO (Organizace pro výživu a zemědělství / Světová zdravotnická organizace) pro výživu definovala aditiva jako „látky bez výživové hodnoty, které jsou záměrně přidávány k potravinám, většinou v malém množství, s cílem zlepšit vzhled, aroma, chuť, strukturu nebo trvanlivost“. Aditiva jsou užívána jako pomocné prostředky, nikoli jako ingredience. Spolu s neustálým zlepšováním potravinářských technologií aditiva zajišťují dostupnost vysoce kvalitních potravin s uspokojivou trvanlivostí. Obecně lze však přídavné látky použít pouze v případě, pokud mají v potravíně své technologické odůvodnění.^{2,3,4,5}

Přítomnost přídavných látek, které byly v potravíně použity, musí být od roku 1997 uvedena na obale (dle nového Zákona o potravinách), a to v sestupném pořadí podle toho, v jakém množství jsou v potravíně obsaženy. Uvádí se název aditiva nebo kód, který se skládá z písmena E a trojmístného čísla. Tímto kódem je daná přídavná látka označována v mezinárodním číselném systému (INS). Podobný číselný systém má Evropská unie i INS *Codex Alimentarius* (potravinové regule). INS vychází ze systému EU. Označení kódem E rovněž znamená, že aditivní látka prošla hodnocením své bezpečnosti. Navíc u látek, které náleží do kategorií antioxidanty, barviva, konzervanty, kyseliny, regulátory kyselosti, tavicí soli, kypřící látky, náhradní sladidla, látky zvýrazňující chuť nebo aroma, zahušťovadla, želírující látky, modifikované škroby, stabilizátory, emulgátory, lešticí látky, protispěkové látky, odpěňovače a látky zlepšující mouku musí být kromě jejich názvu nebo kódu E uveden i název příslušné kategorie, do které látka patří. Některé přídavné látky spadají dle účelu použití do několika kategorií, ale uvádí se pouze název kategorie, která odpovídá účelu, pro který je látka v potravíně použita. Pokud by mohla mít látka nepříznivý vliv na zdraví člověka, musí být tato skutečnost také uvedena na obale.^{1,3}

Aditiva se dělí podle toho, k jakému účelu se používají, do následujících kategorií: barviva, konzervanty, náhradní sladidla, antioxidanty, kyseliny, regulátory kyselosti, tavicí

soli, kypřící látky, látky zvýrazňující chuť a vůni, zahušťovadla, želírující látky, modifikované škroby, stabilizátory, emulgátory, nosiče a rozpouštědla, protispékavé látky, lešticí látky, balicí plyny, propelanty, odpěňovače, pěnotvorné látky, zvlhčující látky, plnidla, zpevňující látky, sekvestranty a látky zlepšující mouku.

Přídavné látky se smějí použít jen při výrobě potravin, pro které jsou povoleny. Pro potraviny jsou stanoveny limitní hodnoty - nejvyšší povolené množství. Potraviny, které se ještě dále zpracovávají, smějí obsahovat přídavné látky pouze v případě, že jsou přídavné látky povolené i v potravinách, které se z nich vyrábí. Pro některá aditiva není stanoveno nejvyšší povolené množství konkrétní číselnou hodnotou. Při výrobě potravin se v takovém případě použije pouze nezbytně nutné množství. Použití látky přitom nesmí vést ke klamání spotřebitele.^{2,3,4,5}

V České republice kontroluje fyzické a právnické osoby, které uvádějí do oběhu zemědělské výrobky, potraviny nebo suroviny k jejich výrobě nebo tabákové výrobky (v rozsahu daném právními předpisy) Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI). Nejvýznamnějším z nich je Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a jeho prováděcí vyhlášky. SZPI je správním úřadem podřízeným Ministerstvu zemědělství České republiky. Je zřízena Zákonem č. 146/2002 Sb., o Státní zemědělské a potravinářské inspekci a o změně některých souvisejících zákonů. Pojetí a realizace kontroly SZPI odpovídá principům kontroly potravin v Evropské unii.³

Povolení k používání veškerých aditiv je podmíněno celou řadou zdravotních zkoušek. Patří mezi ně například zjištění akutní toxicity (LD_{50}) u pokusných zvířat, tj. dávka látky, která usmrtí 50 % jedinců, subchronické a chronické toxicity, karcinogenity, mutagenity, teratogenity, kumulace v organismu, bioenergetické účinky, vliv na imunitu a některé další účinky. Bývá určen přijatelný denní příjem (ADI), který vychází z pokusů na zvířatech. Podle doporučení WHO se zjistí koncentrace látky, která ještě nemá pro pokusné zvíře žádné toxické působení, tato hodnota se sníží 100x a vyjadřuje ADI pro člověka (v $mg \cdot kg^{-1}$ tělesné hmotnosti).⁶

3. Potravinářská barviva

Před mnoha tisíci lety barevné materiály geologického nebo biologického původu sloužily primitivním lidem ke zdobení jejich těl nebo stěn jeskyní, zatímco některé barevné kořeny, ovoce či květiny sloužily nejen jako zdroje potravin, ale i barev. Toto druhé použití přetrvalo až do současnosti.⁷

Barvy hrají důležitou roli ve všech oblastech života. Pokud jsou přítomné v jídle, mohou být atraktivní i příjemné. Vede-li zpracování potravin ke ztrátě její barvy nebo vypadá-li nový produkt příliš fádne, je třeba podniknout jisté kroky ke zvýšení atraktivity. Fakt, že tyto kroky se mohou lišit dle země, neznamená, že někde znají lepší postupy než jinde, jde spíše o to, že každá země má jiné zvyklosti a tradice.⁸

Archeologové věří, že potravinářská barviva byla pravděpodobně objevena kolem roku 1500 př. n. l. Šafrán setý je zmíněn jako barvivo v Homérově eposu Ilias. Plinius starší zase uvádí, že vína byla uměle barvena v roce 400 př. n. l.⁹

Přibarvování poživatin má své opodstatnění nejen z hlediska estetického, ale i fyziologického, avšak důvodů pro přidávání barviv je více, jak již bylo z části uvedeno výše (znovu získat barevný vzhled potravin změněný během výrobního procesu, zajistit uniformitu výrobku, zlepšit vzhled potravin aj.). Navíc atraktivní barva potravin souvisí se spotřebitelskou oblibou a s vnímáním chuti potravin, tudíž barvení, resp. přibarvování, je do značné míry ovlivněno požadavky konzumentů. To dokazuje např. rok 1993, kdy firma PepsiCo přišla s novým, revolučním výrobkem Crystal Pepsi. Jednalo se o Pepsi, která byla nebarvená a tudíž průzračná jako voda. U zákazníků tato nová limonáda zcela propadla, protože už byli zvyklí, že kolové nápoje mají být tmavé.^{2,6,9,10}

Barviva jsou organické sloučeniny s takovou molekulární strukturou, která umožňuje absorpci světla ve viditelné části spektra a zároveň umožňuje fyzikální nebo chemickou vazbu s vybarvovaným substrátem. Barevnost je podmíněna rozsáhlým konjugovaným systémem dvojných vazeb v molekule barviva.⁶

Pro barvení potravin se využívají jak syntetická, tak přírodní barviva. Do roku 1980 bylo 36 syntetických a 50 přírodních látek používáno jako barviva.¹¹

3.1 Přírodní barviva

Až do komerčního zavedení Perkinova mauveinu (viz následující kapitola 3.2) na nějakou dobu po roce 1856 byla všechna barviva extrahována z přírodních zdrojů. Ovšem používání přírodních, případně přírodně identických, barviv v širším měřítku začíná až v 80. letech 20. století. V Evropě jsou čtyři hlavní třídy rostlinných barviv, které jsou v současné době povoleny pro barvení potravin, a sice chlorofyly, karotenoidy, flavonoidy a betalainy.^{7,10}

Mnoho barviv je tradičně získáváno z kořenů, plodů, květů, kůry a listů různých rostlin. Červená barva z kořenů mořeny barvířské je v Evropě používána údajně již od r. 800, další byla získávána z brazilského dřeva, červené řepy, medvědice lékařské a světlice barvířské. Zajímavým příkladem je i červený orcein, získávaný provzdušňováním amoniakálního extraktu z mechů *Rocella tinctoria*, *Ochrolechia tartarea* aj. Známé je i oranžové barvivo z blizen šafránu. Zdrojem žlutého barviva býval heřmánek, vítod hořký krátkokřídlý či kručinka barvířská a hnědou poskytovala henna. Zdrojem zelené barvy může být šafrán a boryt barvířský, rdesno ptačí, rdesno červinec, listy šťovíku kyselého, kopřiva dvoudomá a žahavka a ambrozie peřenolisté. Modrou poskytne boryt barvířský a indigo z indigovníku.

Rostlinná barviva bývala v historii získávána, a jsou získávána v řemeslné praxi většinou i dnes, po roztlučení či rozřezání barevného materiálu, který byl louhován ve vodě zahřáté těsně pod teplotu varu.

V současné době se některé z výše uvedených látek dokonce využívají např. jako přírodní antioxidanty. Příkladem mohou být anthokyanová barviva získávaná především z červeně a modře zbarvených odrůd brambor. Jiným příkladem může být studium inhibice aldózareduktázy rostlinnými chalkony.^{12,13}

Přírodní barviva jsou méně stabilní při záhřevu a na světle a jsou více ovlivněna kyselým prostředím než barviva syntetická. Přidávají se proto při nejnižších možných teplotách a co nejpозději v průběhu výrobního procesu. Hotový výrobek je navíc třeba chránit před světlem. Přírodní barviva je nutné používat ve vyšších koncentracích, protože mají poměrně nízkou barvicí schopnost. Rovněž míchání jednotlivých přírodních barviv je obtížnější než u umělých. V neposlední řadě jsou přírodní barviva mnohem dražší než syntetická.

I přes tyto nevýhody je o přírodní barviva velký zájem ve všech zemích světa a jejich výrobou se zabývá řada velkých firem.¹⁰ Seznam přírodních potravinářských barviv spolu se základními informacemi je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1 Seznam přírodních potravinářských barviv^{1,14}

Číslo E	Barvivo	Hlavní výchozí surovina	Barva
E 100	Kurkumin	kořeny turmeriku	oranžovo-žlutá
E 101	Riboflavin	mléko a mléčné výrobky	oranžovo-žlutá
E 120	Košenila, karmíny kys. karmínová	vysušená těla samiček hmyzu <i>Dactylopius coccus</i>	červená
E 140	Chlorofyly a chlorofyliny	zelené rostliny	zelená
E 141	Měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofylinů	zelené rostliny	zelená
E 150a	Karamel	cukr (řepný či třtinový)	tmavě hnědá
E 150b	Kaustický sulfitový karamel	cukr (řepný či třtinový)	tmavě hnědá
E 150c	Amoniakový karamel	cukr (řepný či třtinový)	tmavě hnědá
E 150d	Amoniak - sulfitový karamel	cukr (řepný či třtinový)	tmavě hnědá
E 153	Medicínální uhlí	rostlinný materiál	černá
E 160a	Karoteny	mrkev, sýry, obilniny	oranžovo-žlutá
E 160b	Annato, bixin, norbixin	semena stromu <i>Bixa orellana L.</i>	žlutá až červenooranžová
E 160c	Paprikový extrakt, kapsanthin, kapsorubin	červená paprika	červená
E 160d	Lykopen	rajčata	červená
E 160e	Beta-apo-8'-karotenal	citrusové plody, zelenina a tráva	oranžová
E 160f	Ethylester kyseliny beta-apo-8'-karotenové	citrusové plody, zelenina a tráva	oranžová
E 161a*	Flavoxantin	žluté květy měsíčku lékařského	žlutá
E 161b	Lutein	zelené papriky a listová zelenina	žlutá
E 161c*	Kryptoxantin	pomeranče, broskve, mango	žlutá
E 161d*	Rubixantin	šípký	oranžová
E 161e*	Violoxantin	zelené papriky a listová zelenina	oranžová
E 161f*	Rhodoxantin	semena jedovatého tisu	červená
E 161g	Kanthaxanthin	houby, mořské řasy, ryby a koryši	růžovo-červená
E 162	Betalainová červeně, betanin	červená řepa	červená
E 163	Anthokyany	borůvky, maliny, brusinky, jablka, hroznové víno, růže, slupky černých hroznů a bezinka	červená až modrá
E 166*	Santalové dřevo	santalové dřevo	oranžovo-červená až fialová
E 170	Uhličitan vápenatý	nerosty (křída, vápenec, mramor)	bílá
E 171	Oxid titaničitý	minerál ilmenit	bílá
E 172	Oxidy a hydroxidy železa	přírodní minerály	červená, žlutá nebo černá
E 173	Hliník (v podobě pigmentu)	přírodní zdroje	stříbrná
E 174	Stříbro (v podobě pigmentu)	přírodní zdroje	stříbrná
E 175	Zlato (v podobě pigmentu)	přírodní zdroje	zlatá
E 182*	Orchil (Lakmus)	lišejníky rodu <i>Rocella</i> a <i>Orchella</i>	purpurová až červeno-fialová

*přírodní potravinářská barviva nepovolená v ČR

3.2 Syntetická barviva

V roce 1856 anglický chemik sir William Henry Perkin objevil první syntetické organické barvivo, které nazval mauvein. Červenavá barva tohoto barviva vešla ve známost jako lila a sklídila okamžitý úspěch. Perkin odvodil mauvein z anilinu ($C_6H_5NH_2$), organické sloučeniny syntetizované z benzenu (C_6H_6), který pochází z ropy nebo uhlí. Perkin získal anilin z uhelného dehtu. Perkinův objev vedl k vytvoření mnoha dalších barev odvozených od anilinu a jiných organických sloučenin. Ty vešly ve známost jako „barvy z uhelného dehtu“. Tyto nové chemicky syntetizované barvy byly levnější, snadnější na výrobu a měly lepší barvicí schopnost než přírodní organická či minerální barviva. To znamenalo, že se používaly v malém množství a chuť jídla jimi nebyla změněna.

Do roku 1906 nic nebránilo výrobcům používat průmyslová barviva v jídle. Rok 1906 znamenal začátek moderní doby potravinové regulace ve Spojených státech. Zákon o nezávadných potravinách (Pure Food and Drug Act) poprvé dostal škodlivá barviva v potravinách pod federální kontrolu a ukládal trestní sankce za prodej „falšovaného“ jídla. V roce 1938 byla odpovědnost za regulaci a prosazování barevných přísad převedena na FDA. Od roku 1960 reguluje FDA v USA umělá i přírodní barviva. V České republice se kontrolou barviv zabývá SZPI (viz výše).^{3,9}

Syntetická barviva mají obecně intenzivnější barvu než barviva přírodní, mají stálý odstín barvy, jsou levnější a stabilnější než přírodní barviva a nevnášejí do barvené potraviny chuť a vůni.²

Jde o průmyslově vyráběné barevné sloučeniny, které se syntetizují z velkého množství polotovarů, založených na produktech zpracování ropy a dehtu, proto se často nazývají dehtová barviva. U řady syntetických barviv, zejména u barviv rozpustných v tucích, byly zjištěny karcinogenní účinky (např. u máslové žluti, která byla používána k barvení ztužených tuků – margarínů). U mnohých syntetických barviv je také prokázáno hemolytické působení, inhibice některých enzymů a negativní působení na žaludeční sekreci. Mohou škodit také obsahem reziduí z výroby (různých uhlovodíků, těžkých kovů aj.). Některá syntetická barviva (tartrazin, amarant, erythrosin) jsou podstatně méně akceptovatelná než ostatní. Je třeba na to pamatovat zejména při náchylnosti k alergiím.⁶

Syntetická potravinářská barviva lze dělit do několika skupin. Dle struktury jsou to azobarviva mono- i polyfunkční, di- a trifenylmethanová barviva, nitrobarviva, pyrazonová, xanthenová, antrachinonová, chinolinová a indigoidní barviva. Dle fyzikálně-

chemických vlastností jsou to kyselá, neutrální a zásaditá a dle rozpustnosti se dělí na rozpustná ve vodě (hydrofilní) a rozpustná v tucích (lipofilní).^{2,6} Seznam syntetických potravinářských barviv je uveden v tabulce 2.

Nejvíce zastoupená jsou kyselá barviva obsahující sulfonové skupiny, karboxylové skupiny nebo hydroxyskupiny. Náleží k nim většina azobarviv, některá di- a trifenylmethanová barviva, nitrobarviva a xanthenová barviva. Všechna barviva se používají ve formě solí (především sodných, ale také draselných či vápenatých).

Specifické vlastnosti barviv závisí na přítomných funkčních skupinách. Charakteristická je přítomnost dvou druhů funkčních skupin, chromoforů a auxochromů. Chromoforové skupiny jsou zodpovědné za chování barviv při redox reakcích. Auxochromní skupiny jsou zodpovědné za barvicí vlastnosti a chování vůči kyselinám, alkáliím, světlu a teplotě.²

Tabulka 2 Seznam syntetických potravinářských barviv^{1,2,14}

Číslo E	Barvivo	Barva
E 102	Tartrazin	citronově žlutá
E 104	Chinolinová žlut'	žlutá
E 107*	Žlut' 2G	žlutá
E 110	Žlut' SY	oranžová
E 121*	Citronová červen' 2	červená
E 122	Azorubin	modročervená
E 123	Amarant	modročervená
E 124	Ponceau 4R	červená
E 127	Erythrosin	červená
E 128*	Červen' 2G	modročervená
E 129	Červen' Allura AC	červená
E 131	Patentní modř V	zelenomodrá
E 132	Indigotin	tmavě modrá
E 133	Brilantní modř	zelenomodrá
E 142	Zeleň S	zelená
E 143*	Fast green FCF	modrozelená
E 151	Čerň BN (Brilantní čerň)	černá
E 154	Hněd' FK	hnědá
E 155	Hněd' HT	hnědá
E 180	Litholrubin BK	červená

*syntetická potravinářská barviva nepovolená v ČR

3.3 Stanovení potravinářských barviv

V současné době růst dovozu a vývozu potravinářských výrobků vyžaduje použití metod, které jsou spolehlivé, efektivní a rychlé při odhalování, identifikaci a kvantifikaci barviva. Nestačí prokázat, že výrobek obsahuje syntetická barviva, je důležité zjistit každé z nich, nebo jejich směsi, a kvantifikovat každé zvlášť.

Zájem hygieniků o potravinářská syntetická barviva vzrostl, když se přišlo na to, že řada běžně používaných syntetických barviv může mít karcinogenní účinky. Například barvivo ponceau 4R (E 124) je zakázáno v USA a Velké Británii, v USA jsou dále zakázána i barviva amarant (E 123) a erythrosin (E 127). V ČR jsou však všechna tato barviva stále povolena.

Obecné schéma pro identifikaci syntetických barviv přítomných v potravinách obvykle zahrnuje předběžnou úpravu potravin, extrakci a rafinaci barviva z připraveného roztoku nebo extrakt z jídla, separaci směsi barev (pokud je přítomno více než jedno barvivo) a identifikaci oddělených barviv.

Existuje spousta metod pro stanovení barviv v potravinách. Většina těchto metod stanoví ve vodě rozpustná barviva. V minulosti se využívaly papírová, tenkovrstvá a kolonová chromatografie, ale v posledních letech se používá především vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), spektrofotometrie, voltametrie a kapilární zónová elektroforéza.

Nejznámější postupy důkazu přítomnosti syntetických barviv v různých potravinách jsou vybarvovací zkoušky na odtučněném vlněném vlákne a nebo extrakční způsoby pomocí organických rozpouštědel. Při identifikaci jednotlivých barviv se využívají spektrální metody v UV (ultrafialové) a VIS (viditelné) oblasti, charakteristika absorpčních spekter, fluorescence atd.

Ke stanovení syntetických přídatných barviv v potravinách se stále častěji využívá elektromigračních metod (především kapilární elektroforézy). Jedná se o kyselá (azo- a triarylmethanová) aniontová barviva obsahující karboxy-, sulfo- nebo hydroxyskupiny, které v zásaditém prostředí tvoří negativně nabitě barevné ionty. Kapilární elektroforéza je tedy ideální metodou pro stanovení těchto látek, neboť je schopna separovat všechna barviva s rozdílnými funkčními skupinami během jedné analýzy a v krátkém čase. Další nezanedbatelnou výhodou je velmi malá spotřeba vzorku.^{6,11,15}

S. Chanlon a kol.¹⁶ stanovovali azorubin (E122), Ponceau 4R (E 124) a červeň Allura (E 129) v sirupech a nealkoholických nápojích metodou DPP (diferenční pulzní

polarografie) a HPLC. U DPP bylo použito metody standardního přídávku. Stanovení probíhalo při pH 9 v prostředí fosfátového pufru, kdy byly píky všech tří barviv nejlépe tvarované a oddělené. To umožnilo přesnou identifikaci a kvantifikaci barviv, i když byly všechny tři smíšené. Píky barviv analyzovaných ve vzorcích potravin souhlasily s komerčně zakoupenými vzorky barviv. U HPLC v systému s obrácenými fázemi (za použití kolony C18) byla mobilní fáze složena z roztoku triethylaminu o pH 6,5 s přídatkem kyseliny fosforečné a methanolu. Spektrofotometrická detekce byla provedena při vlnové délce maximální absorpce barviva. Analýzy byly provedeny za použití metody kalibrační křivky. Porovnání obou metod bylo srovnatelné, avšak DPP se ukázala být vhodnější metodou.

M. J. Scotter a kol.¹⁷ stanovovali měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofylinů (E 141) v želé, tvrdých bonbónech, želé bonbónech, sušených polévkových směsích, cukrářských výrobcích a sušenkách pomocí HPLC-DAD (detekce diodovým polem). Byla použita kolona Vydac 201TP54. Mobilní fáze A obsahovala methanol a 1 M octan amonný (4:1), mobilní fáze B byla tvořena methanolem a acetonem (3:2). Každá látka byla charakterizována retenčním časem a intenzitou absorpčního maxima.

L. GarciaPenalver a kol.¹⁸ analyzovali simultánně tartrazin (E 102) a žlutý SY (E 110) v komerčně dostupných barvivech VIS spektrofotometrií. Vzorky byly zředěny vodou a zkoumány pomocí ultrazvuku. Koncentrace směsí čtyř sloučenin byla stanovena srovnáním jejich spekter se spektry standardů.

O. W. Lau a kol.¹⁹ analyzovali žlutý SY v lehkých nápojích spektrofotometricky. Vzorky byly připraveny formováním iontových párů oktadecyltrimethylamonium bromidem o pH 5,6. Iontové páry byly extrahovány do n-butanolu, detekce byla prováděna při 485 nm.

S. Suzuki a kol.²⁰ stanovovali simultánně sedm syntetických potravinářských barviv kapilární elektroforézou s použitím SDS (dodecyl sulfát sodný). Elektroforetická separace byla provedena na CAPI-3000 systému s kapilárou ze syntetického taveného křemene, při 10 kV, 25 °C a absorpenci 190 – 600 nm.

4. Konzervanty

Chemická konzervace se v moderních potravinářských technologiích stává stále významnější. Konzervanty prodlužují údržnost potravin tím, že je chrání před znehodnocením způsobeným nežádoucími mikroorganismy, které může ovlivnit nejen tuky obsažené v jídle, ale i ostatní složky (např. proteiny).

Jednou z prvních metod ochrany potravin před mikroorganismy bylo sušení, dalšími metodami bylo moření potravin solí (konzervační účinek soli je založen na vzrůstu osmotického tlaku vodní fáze potravin) nebo octem a uzením. Toto jsou tradiční metody využívané i dnes spolu s moderními procesy.

Jako konzervanty se používají některé organické kyseliny a jejich soli či anorganické kyseliny, jejich oxidy, soli a estery, včetně oxidu siřičitého a některých jeho sloučenin, dusitanů a dusičnanů. Dále se používají některé fenoly, thiabendazol, určitá antibiotika a lysozym.^{2,5,8,21}

4.1 Kyseliny a jejich deriváty

Mezi nejběžnější konzervační prostředky patří slabé organické kyseliny, například kyselina octová, mléčná, benzoová a sorbová. Všechny inhibují růst bakteriálních i houbových buněk a kyselina sorbová navíc potlačuje klíčení a růst bakteriálních spór. Optimální inhibiční aktivitu mají kyseliny při nízkém pH. Vstupují do mikrobiální buňky v nedisociovaném stavu a následkem vyššího pH uvnitř buněk disociují, což má za následek uvolnění nabitých aniontů a protonů, které nemohou procházet přes plazmatickou membránu. Molekuly kyselin proudí přes membránu do buněk, dokud není dosaženo rovnováhy v souladu s koncentračním gradientem, což má za následek hromadění aniontů a protonů uvnitř buňky.²² Seznam kyselin a jejich derivátů je uveden v tabulce 3.

Konzervační účinky kyseliny sorbové byly uznány kolem roku 1940. Ve 40. a 50. letech začala být tato kyselina dostupná v komerčním měřítku a stala se velmi používanou po celém světě.

Kyselina benzoová se jako konzervant potravin začala používat kolem roku 1900, její konzervační účinek byl však prvně popsán už v roce 1875.⁵

Parabeny, což jsou alkylestery kyseliny p-hydroxybenzoové, jsou na rozdíl od kyselin účinné v málo kyselém a i mírně alkalickém prostředí. Jako konzervační přísady

jsou používány od 1. poloviny 20. st. Methylparaben a propylparaben jsou nejčastěji používané parabeny a jsou často používány společně, protože mají synergické účinky. Dle FDA jsou parabeny nejpoužívanější konzervační prostředky v kosmetických prostředcích. Antimikrobní účinnost parabenů vzrůstá s délkou alkylového zbytku, čímž však na druhé straně klesá jejich rozpustnost ve vodě a tím i možnost praktického využití. Účinkují zejména proti plísním a kvasinkám, přičemž působí na membránu jejich buněk.^{2,21,23}

Kyselina mravenčí i kyselina octová mají velmi vysokou antimikrobní účinnost a působí hlavně proti bakteriím a kvasinkám. Kyselina octová se navíc používá jako okyselující látka. Propionová kyselina působí ve slabě kyselém prostředí proti plísním. Mléčná kyselina působí proti bakteriím a používá se především jako okyselující látka (stejně tak i kyselina jablečná). Fumarová kyselina inhibuje mléčné kvašení vín, její estery zpomalují tvorbu botulotoxinu u konzervovaného masa a zabraňují plesnivění chleba. Kyselina boritá a její soli inhibují dekarboxylasy aminokyselin a metabolismus fosfátů.²

Tabulka 3 Seznam konzervantů – kyseliny a jejich deriváty^{1,14}

Číslo E	Konzervant
E 200	kyselina sorbová
E 201*	sorbát sodný
E 202	sorbát draselný
E 203	sorbát vápenatý
E 209*	heptylparaben
E 210	kyselina benzoová
E 211	benzoát sodný
E 212	benzoát draselný
E 213	benzoát vápenatý
E 214	ethylparaben
E 215	ethylparahydroxybenzoát sodná sůl
E 216*	propylparaben
E 217*	propylparahydroxybenzoát sodná sůl
E 218	methylparaben
E 219	methylparahydroxybenzoát sodná sůl
E 242	dimethyldikarbonát
E 260*	kyselina octová
E 261*	octan draselný
E 262*	octany sodné
E 263*	octan vápenatý
E 265*	anhydrid kyseliny octové
E 270*	kyselina mléčná
E 280	kyselina propionová
E 281	propionát sodný
E 282	propionát vápenatý
E 283	propionát draselný
E 284	kyselina boritá
E 285	tetraboritan sodný
E 290	oxid uhličitý
E 296	kyselina jablečná
E 297	kyselina fumarová

*konzervanty nepovolené v ČR

4.2 Oxid siřičitý a jeho sloučeniny

Desinfekce výpary hořící síry je stará technika, která byla často používána k dekontaminaci vinných sudů. Určité množství oxidu siřičitého bylo ponecháno v těchto nádobách, aby zabránilo nežádoucímu kvašení a hnilobným procesům v moštu. Nízké koncentrace oxidu siřičitého brání růstu kvasinek, ale neblokují alkoholové kvašení. Vysoké koncentrace inhibují vínové kvašení moštu, ovlivňují sensorickou kvalitu vína a jsou také nežádoucí ze zdravotních důvodů (SO₂ a jeho sloučeniny způsobují astma a jiné alergické reakce u osob, které trpí přecitlivělostí na tuto látku). Nejvyšší přípustné koncentrace oxidu siřičitého jsou stanoveny vnitrostátními právními předpisy. V České republice je např. nejvyšší přípustná koncentrace pro víno 200 mg.l⁻¹.^{5,14,24}

Ve vodných roztocích oxidu siřičitého vzniká kyselina siřičitá. Jako konzervant se uplatňuje nedisociovaná kyselina, která je účinná proti kvasinkám. Oxid siřičitý a siřičitany jsou tedy účinné v kyselých potravinách, přičemž inhibují zejména bakterie. Síří se především vína a ovoce.² Oxid siřičitý a jeho sloučeniny jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4 Seznam konzervantů – oxid siřičitý a jeho sloučeniny^{1,14}

Číslo E	Konzervant
E 220	oxid siřičitý
E 221	siřičitan sodný
E 222	hydrogensiřičitan sodný
E 223	disiřičitan sodný
E 224	disiřičitan draselný
E 225*	siřičitan draselný
E 226	siřičitan vápenatý
E 227	hydrogensiřičitan vápenatý
E 228	hydrogensiřičitan draselný

*konzervanty nepovolené v ČR

4.3 Dusitany a dusičnany

Oba tyto konzervanty se používají jako stabilizátory barvy masa. Umožňují vytvoření nitrosomyoglobinu, typického masného pigmentu, který dává např. šunce charakteristickou načervenalou barvu. Je známo již dlouho, že ledek (KNO₃) je schopen způsobit tuto barvu masa. Kolem roku 1890 však bylo objeveno, že nikoli dusičnan, nýbrž dusitan (vzniklý redukcí dusičnanu během přípravy) je zodpovědný za vznik této barvy.

Tyto konzervanty mají však i antimikrobní účinky, zvláště při použití spolu se solí. Inhibují růst bakterií, jejich účinnost závisí na pH prostředí. Nejdůležitější je, že inhibují růst patogenních bakterií, jako je *Clostridium botulinum*, která způsobuje botulismus u lidí. To je důležité zejména pro výrobek, který je spotřebován bez tepelné úpravy při pokojové teplotě.^{2,5,25} Seznam dusitanů a dusičnanů je uveden v tabulce 5.

Dusitany jsou ve vysokých koncentracích nepochybně toxické pro člověka. Od 70. let se diskutuje o možné souvislosti mezi dusitany a rakovinou. Neexistuje žádný přesvědčivý důkaz, že dusitany jsou přímo karcinogenní, ale bylo prokázáno, že vyvolávají mutace u některých bakteriálních kmenů *Salmonella typhimurium*.²⁶

Používání dusitanů v uzeném mase zažilo vážnou krizi ke konci šedesátých let v USA kvůli panice ohledně N-nitrosaminů. Přítomnost některých N-nitrosaminů, jako důsledek reakce dusitanů se sekundárními aminy speciálně v tepelně opracovaném uzeném mase, způsobila jejich zákaz v USA. Ten byl zrušen po zvážení maximálního množství, které mohou potraviny obsahovat. N-nitrosaminy jsou silné karcinogeny, proto musí být zabráněno jejich tvorbě. Klíčový krok spočívá ve snížení zbytkového množství dusitanu v masných výrobcích. Přídavek kyseliny askorbové zajistí reakci dusitanů na oxid dusnatý a tím snižuje možnost vzniku N-nitrosaminů.²⁵

Tabulka 5 Seznam konzervantů – dusitany a dusičnany¹⁴

Číslo E	Konzervant
E 249	dusitan draselný
E 250	dusitan sodný
E 251	dusičnan sodný
E 252	dusičnan draselný

4.4 Další konzervanty

Mezi další konzervanty patří bifenyl a jeho deriváty, které jsou účinné proti plísním a používají se k ošetření povrchu citrusových plodů. Ke stejnému účelu se využívá také thiabendazol, který slouží k ošetření povrchu banánů.

Problematickými konzervanty jsou antibiotika, jelikož do potravin nelze přidávat látky používané v medicíně. Používají se tedy zejména polypeptidová antibiotika bakterií mléčného kvašení známá pod obecným názvem bakteriocidy (nisin, natamycin). Nisin je termorezistentní polypeptid produkovaný některými kmeny bakterií *Streptococcus lactis*.

Je účinný proti grampozitivním bakteriím, užívá se v sýrech a pudincích. Natamycin je polyenový makrolid substituovaný cukerným zbytkem odvozeným od 3-amino-3,6-dideoxy- β -D-mannózy. Produkují jej určité kmeny *Streptomyces natalensis* nebo *Streptococcus lactis*. Je účinný proti většině plísní a kvasinek, užívá se k ošetření povrchů sýrů a trvanlivých masných výrobků.²

Mezi konzervanty se řadí také lysozym, který je účinnou látkou proti grampozitivním bakteriím. Získává se z bílků slepičích vajec, tudíž se jedná o alergen. Využívá se do přírodních zrajících sýrů.^{1,2}

V tabulce 6 jsou uvedeny všechny zbylé konzervanty, které nebyly jmenovány v kapitolách 4.1 – 4.3.

Tabulka 6 Seznam ostatních konzervantů^{1,14}

Číslo E	Konzervant
E 230*	bifenyl
E 231	orthofenylfenol
E 232	orthofenylfenolát sodný
E 233*	thiabendazol
E 234	nisin
E 235	natamycin
E 236*	kyselina mravenčí
E 239	hexamethylenetetramin
E 240*	formaldehyd
E 1105	lysozym

*konzervanty nepovolené v ČR

4.5 Stanovení konzervantů

Metody pro stanovení konzervantů jsou velmi důležité, jelikož neustále roste trend v používání konzervačních látek, a to nejen v potravinářském průmyslu, ale také ve farmaceutických a kosmetických přípravcích.

Nejběžnější analytickou metodou pro stanovení kyseliny benzoové, sorbové či parabenů je HPLC. Využívá se ale také MLC (micelární kapalinová chromatografie), CE (kapilární elektroforéza), GC (plynová chromatografie) a FIA (průtoková injekční analýza).²¹

A. Zotou a kol.²³ stanovovali pět parabenových konzervantů využitím HPLC s UV detekcí. Pro separaci analytů byla využita krátká monolitická kolona, jako rozpouštědla byly použity methanol a acetonitril. Po separaci byly analyty detekovány při 254 nm, což

je maximální vlnová délka pro parabeny. Výsledky byly stanoveny na základě vyhodnocení ploch píků.

B. Saad a kol.²¹ také využili metodu HPLC pro stanovení konzervantů v potravinách. Byla použita kolona C18 a jako mobilní fáze methanol-octanový pufr (35:65) o pH 4,4. Porovnáním retenčních časů se standardy byly dokázány jednotlivé konzervanty v potravinách. Kvantita byla stanovena na základě kalibrační křivky s využitím vnějšího standardu.

W. Wang a kol.²⁷ stanovovali konzervanty v omáčkách a nealkoholických nápojích metodou CE-AD (kapilární elektroforéza s amperometrickou detekcí). Byl použit pufr složený z boritanu a SDS, který navíc obsahoval elektroaktivní látku 3,4-dihydroxybenzylamin. Separace analytů proběhla při pH 8,2. Pro stanovení byla použita uhlíková pracovní elektroda, platinová pomocná elektroda, referentní nasycená kalomelová elektroda a kolona C18. Extrakce proběhla na tuhé fázi. Výsledky byly stanoveny na základě kalibrační křivky.

L. P. Loginova a kol.²⁸ analyzovali 14 konzervantů v brusinkových potravinách pomocí MLC. Mobilní fáze obsahovala 0,045 M SDS a 1% 1-pentanol, pH bylo upraveno na hodnotu 2,5 díky kyselině trichloroctové. Byla použita kolona C18. Vzorky byly pomocí spektrálního detektoru proměřeny při vlnové délce 240 nm. Na závěr byly retenční časy vzorků srovnány se standardy.

Stanovení dusičnanů je důležitým faktorem v analýze půdy, potravin a přírodní vody. Dusitany a dusičnany jsou zapojeny do celkového koloběhu dusíku v půdě a vyšších rostlinách. Stanovení dusitanů má velký význam kvůli jejich škodlivému vlivu na lidské zdraví. Toxicita dusitanů je dána především jejich interakcí s krevními pigmenty. Mezi metody stanovení obsahu dusičnanů patří především spektrofotometrie, HPLC, GC a CE.²⁹

C. Merusi a kol.³⁰ simultánně stanovovali dusičnany a dusitany v potravinách pomocí CE, křemenné kapiláry a obráceného elektroosmotického toku. Separace proběhla ve fosfátovém pufru při pH 2,5. Vzorky byly proměřeny při vlnové délce 214 nm. Výsledky byly vyhodnoceny díky kalibrační křivce, plochám píků a retenčním časům.

Dle normy ISO 14673-1 lze stanovit dusitany v mléku a mléčných výrobcích³¹ tak, že se vzorky rozpustí v teplé vodě, vysráží se tuky a bílkoviny a poté se celý objem přefiltruje. Vodný extrakt je smíchán se sulfanilamidem a N-1(naftyl)ethylendiaminem-dihydrochloridem. Absorbance vzniklé červené sloučeniny se měří při vlnové délce 538 nm.

Oxid siřičitý se přidává do vína během jeho výroby, aby se zabránilo nežádoucímu růstu mikroorganismů a oxidačním procesům v různých krocích výroby. Jeho vysoká koncentrace dává vínům nepříjemnou chuť i aroma a inhibuje jablečno-mléčné kvašení. Koncentrace SO_2 musí být také monitorována a upravena dříve, než se víno začne stáčet. Nakonec je koncentrace této sloučeniny rovněž stanovena v konečném výrobku, protože maximální hodnota SO_2 je stanovena právními předpisy.³²

Sekvenční injekční analýza (SIA) a její předchůdce průtoková injekční analýza (FIA) jsou rychlé a spolehlivé techniky pro automatickou chemickou analýzu SO_2 . SIA je vhodnější než FIA vzhledem k minimálnímu množství činidla potřebného pro každý cyklus měření. Kromě toho je SIA zcela kontrolovaná počítačem.³³

M. Kass a kol.³³ stanovovali SO_2 pomocí SIA. Bylo při tom použito pararosanilinové činidlo a fotometrická měření proběhla při 558 nm. Hodnota pH byla kontrolována díky přidavku chloroctové kyseliny. Kalibrační křivka byla zhotovena na základě změřených ploch píků.

M. A. Segundo a kol.³² analyzovali volný i celkový SO_2 ve vínech pomocí SIA. Stanovení bylo založeno na tvorbě barevných produktů reakce SO_2 , formaldehydu a pararosanilinového činidla. Výsledky byly vyhodnoceny na základě kalibrační křivky. Metoda SIA byla shledána nevhodnou pro šumivá vína, jelikož CO_2 ruší stanovení SO_2 .

5. Sladidla

Většina lidí má ráda sladké potraviny, ty však mají kromě sladké chuti také spoustu kalorií. Konzumenti i producenti potravin hledají náhrady za sacharosu, tj. látky, které budou chutnat jako sacharóza, ale budou mít méně kalorií, budou snadno rozpustné a chemicky stabilní, nebudou způsobovat určité nemoci, kazivost zubů, nebudou toxické ani karcinogenní, budou vhodné pro diabetiky a v neposlední řadě budou ekonomicky výhodnější než sacharóza. Žádné z komerčně dostupných sladidel nesplňuje všechny tyto požadavky, pokud je však použita směs sladidel, lze toto omezení částečně překonat.

Jako náhrady sacharózy se obecně mohou uplatňovat fruktóza, fruktooligosacharidy (včetně inulinu), redukované hydrolyzáty škrobu, cukerné alkoholy, syntetická sladidla, sladké přírodní látky a polydextróza. Cukerné alkoholy a syntetická sladidla však nepodléhají Maillardovým reakcím, tudíž výrobky z nich mají více či méně odlišné sensorické vlastnosti ve srovnání s přírodními sladidly. Spousta sladidel vykazuje různé pachutě, např. hořké či kovové.^{34,35,36,37}

5.1 Popis nejvýznamnějších sladidel

Aspartam (E 951) je syntetický dipeptid, který se skládá z methylesteru fenylalaninu a asparaginu. Byl náhodně objeven při vývoji léku na žaludeční vředy, v přírodě se přirozeně nevyskytuje. Je nestálý při nižším pH a vyšších teplotách. Má chuť podobnou sacharóze a obsahuje stejně kalorií, avšak jeho sladivost je 180krát vyšší. Aspartam je používán celosvětově ve více než 90 zemích ve více než 6000 produktech.

Acesulfam K (E 950) je látka chemicky velmi stálá, má bílou barvu, je bez zápachu a ve formě krystalického prášku. Byla náhodně objevena společností Hoechst AG, v přírodě se přirozeně nevyskytuje. Sladivost má 150 – 200krát vyšší než sacharóza a má velmi slabou hořkou pachut'. Stejně jako aspartam nemá žádný vliv na hladinu cukru v krvi a nepůsobí toxicky, mutagenně ani karcinogenně.

Isomalt, který je odvozen od sacharózy, se jí svými fyzikálními vlastnostmi (s výjimkou sladivosti) snad nejvíce blíží. Je o polovinu méně sladší než sacharóza. Vzhledem ke svým vlastnostem, jako je chuť, pocit v ústech, nízký obsah kalorií, vhodnost pro diabetiky a nízká hygroskopicitata, nabízí několik výhod při vytváření lékových forem. Isomalt má širokou škálu farmaceutických aplikací.

Sorbitol je sladký cukerný alkohol vyráběný z glukózy. Přirozeně se vyskytuje v ovoci a bobulovinách. Je o polovinu méně sladší než sacharóza.

Mannitol je cukerný alkohol vyskytující se přirozeně v různých rostlinách. V houbách či celeru tvoří až 20 % sušiny. Toto sladidlo je o něco málo sladší než sacharóza a má menší kalorickou hodnotu.

Laktitol je cukerný alkohol odvozený od mléčného cukru laktózy. Má nižší sladivost než sacharóza, používá se proto v kombinaci se syntetickými sladidly. Má velmi příjemnou chuť a nezanechává v ústech žádnou pachut'. Obsahuje méně kalorií než ostatní kalorická sladidla.

Maltitol, strukturní analog maltózy (ze které jej lze získat katalytickou hydrogenací), má poměrně vysokou sladivost a je vysoce tepelně i chemicky stabilní.

Xylitol je cukerný alkohol, který má srovnatelnou sladivost se sacharózou. Přirozeně se nachází ve většině druhů ovoce, zeleniny a bobulovin a v houbách. Vzhledem ke svému chladivému efektu se používá především při výrobě žvýkaček.

Sacharin je sůl anhydridu kyseliny sulfaminobenzoové, má 400 – 550krát vyšší sladivost než sacharóza, avšak má dlouhotrvající hořkou či kovovou pachut'. Vyrábí se z toluenu a v přírodě se přirozeně nevyskytuje. Je stabilní během vaření a pečení a ve vysoce kyselých podmínkách.

Cyklamáty se používají ve formě sodné nebo vápenaté soli kyseliny cyklohexylsulfamové. V přírodě se volně nevyskytují. Jejich sladivost je 30 – 60krát vyšší než u sacharózy a v ústech zanechávají slabě chemickou sladkou chuť.

V roce 2005 uvedla firma Swiss Research, divize Health Sciences Group, na trh nový produkt nazvaný „shugr“. Je označován jako přírodní sladidlo, které chutná stejně jako třtinový cukr (bez pachutí), je nekalorický a je s ním možno péci i vařit jako s cukrem. Jde o směs erythritolu, maltodextrinu, D-tagatózy a sukralózy.^{1,35,37,38,39,40,41,42}

Sukralóza je náhradní sladidlo, které má 600 – 650krát vyšší sladivost než sacharóza. Vykazuje nízkou toxicitu, nemá žádnou nepříjemnou pachut' a není kalorické. Jedná se o jedno z nejvíce používaných sladidel.^{43,44}

Thaumatococin se získává z hmoty semenných míšků africké rostliny *Thaumatococcus daniellii* nazývané též katamfe. Tato směs je 3000 – 15000krát sladivější než sacharóza.⁴⁵

Jako náhrada sacharózy v potravinách a nápojích se také využívá jedna rostlina, která je však řazena mezi potravinové doplňky. *Stevia rebaudiana* je trvalka z čeledi *Asteraceae*, která pochází z Jižní Ameriky, ale pěstována byla také v Číně a jihovýchodní Asii. Surové extrakty z jejích listů byly používány po několik desetiletí ke slazení potravin

a nápojů v Japonsku, Korei a Brazílii. Jako sladidlo má pomalejší nástup a delší trvání než sacharóza, ale ve vysokých koncentracích může mít hořkou či lékořicovou pachut'. Tato rostlina obsahuje glykosidy, především steviosid a rebaudiosid, které mají sladivost 200 až 300krát vyšší než sacharóza. Stevia nevykazuje toxicitu, naopak je známá pro své léčivé účinky. Může mít pozitivní vliv na léčbu cukrovky, jelikož steviosid může regulovat hladinu glukózy v krvi tím, že zvyšuje sekreci inzulínu.^{46,47}

Kompletní seznam sladidel je uveden v tabulce 7.

Tabulka 7 Seznam sladidel^{1,14,38,45}

Číslo E	Sladidlo	Výchozí surovina
E 420	Sorbitol	glukóza
E 421	Mannitol	rostliny (řepa, celer, olivy, mořské řasy)
E 950	Acesulfam K	syntetická látka
E 951	Aspartam	syntetická látka
E 952	Kyselina cyklamová a její sodná a vápenatá sůl	syntetická látka
E 953	Isomalt	syntetická látka
E 954	Sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl	syntetická látka
E 955	Sukralóza	sacharóza
E 956*	Alitam	syntetická látka
E 957	Thaumatococin	plody africké rostliny <i>Thaumatococcus danielli</i>
E 959	Neohesperidin DC	syntetická látka
E 962	Sůl aspartamu – acesulfamu	syntetická látka
E 965	Maltitol	syntetická látka
E 966	Laktitol	laktóza
E 967	Xylitol	rostlinná hemicelulóza
E 968	Erytritrol	glukóza

*sladidla nepovolená v ČR

5.2 Stanovení sladidel

Umělá sladidla jsou běžně používána v potravinách, nápojích i ve farmaceutickém průmyslu. Mezi nejčastěji užívaná umělá sladidla patří aspartam, cyklamát sodný, acesulfam K a sacharin sodný. Všechna tato sladidla jsou povolena v asi 90 zemích. Sacharin sodný je nejstarší umělé sladidlo, ale v průběhu posledních několika desetiletí se polemizuje o jeho karcinogenních účincích. Jeho přijatelný denní příjem (ADI) (vyjádřený zdravotnickou organizací WHO) je nejnižší z výše jmenovaných čtyř sladidel. Cyklamát sodný je zakázán v USA, zatímco jeho použití je povoleno v Evropě a Číně.

Metoda HPLC byla nejvíce populární pro stanovení výše uvedených čtyř sladidel, je však málo vhodná pro simultánní stanovení více sladidel. Většinou je založena

na chromatografické separaci s acetonitrilem, methanolem nebo isopropanolem ve fosfátovém pufru a následné UV detekci.

Iontová chromatografie (IC) nabízí atraktivní alternativu k tradiční HPLC metodě. Sacharin sodný, aspartam a acesulfam K mohou být odděleny na anion-výměnné separační koloně.⁴⁸

P. Willets a kol.⁴⁹ analyzovali sacharin v potravinách pomocí HPLC. Vzorek byl nejprve extrahován vodou, poté vyčeřen a přefiltrován. Byla použita kolona C18 a jako mobilní fáze fosfátový pufr a acetonitril. Vzorky byly detekovány v UV oblasti při 220 nm.

M. A. Cantarelli a kol.⁵⁰ simultánně stanovovali aspartam a acesulfam K molekulární absorpční spektrofotometrií s vícerozměrnou kalibrací a metodou HPLC. Jako vnitřní standard byla použita kyselina salicylová. Mobilní fáze byla z 10 % tvořena acetonitrilem a z 90 % 0,02 M roztokem dihydrogenfosforečnanu draselného. Detekce byla prováděna mezi 200 až 330 nm. Byla využita metoda PLS (metoda nejmenších čtverců).

Y. Zhu a kol.⁴⁸ separovali a simultánně stanovovali čtyři umělá sladidla (aspartam, cyklamát sodný, acesulfam K a sacharin sodný) v potravinách a nápojích pomocí IC. V metodě byl potlačen vodivostní detektor. Vzorky byly separovány díky gradientové eluci. Výsledky byly vyhodnoceny dle retenčních časů a ploch i výšek píků.

Q.-Ch. Chen a kol.⁵¹ simultánně stanovovali umělá sladidla (sacharin sodný, aspartam a acesulfam K), konzervanty, kofein, theobromin a theofylin v potravinách taktéž metodou IC. Byla použita anion-výměnná analytická kolona, 4 % roztok acetonitrilu a roztok dihydrogenfosforečnanu sodného o pH 8,2. UV detekce vzorků byla prováděna při 205 nm (pro aspartam a sacharin sodný) a 227 nm (pro acesulfam K). Výsledky byly vyhodnoceny dle retenčních časů.

J. F. Garcia-Jimenez a kol.⁵² simultánně stanovovali antioxidanty, konzervanty a sladidla (aspartam, acesulfam K a sacharin) v potravinách pomocí FIA. Byla využita křemenná monolitická nepolární kolona C18. Separace proběhla díky 4 % roztoku acetonitrilu obsahujícímu fosfátový pufr o pH 6 a 30 % roztoku methanolu. Detekce proběhla pomocí detektoru diodového pole. Aspartam byl detekován při 195 nm, acesulfam K při 227 nm a sacharin při 205 nm. Výsledky byly vyhodnoceny dle retenčních časů.

6. Antioxidanty

V současnosti je věnována velká pozornost negativnímu působení volných radikálů na organismus. Jedná se především o reaktivní kyslíkové a dusíkové radikály, které působí na biologicky významné sloučeniny, především lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny. Pozměňují jejich strukturu, čímž modifikují jejich funkci a negativně tak ovlivňují jejich výživovou, hygienicko-toxikologickou a senzoryckou hodnotu.

Kaskáda reakcí iniciovaná radikály vede k následným změnám ve struktuře buněk, k poškození celých tkání, orgánů a důležitých funkcí v organismu.⁵³ Mohou způsobit rakovinu, kornatění cév, malárii, autoimunní onemocnění, revmatoidní artritidu, neurodegenerativní onemocnění a předčasné stárnutí.

Oxidace lipidů v nejjednodušším systému probíhá v kapalně fázi, kyslík se šíří do oleje přes makroskopické rozhraní vzduch / olej. Situace je složitější v případě potravinových disperzí, kdy oxidace lipidů v emulzích oleje ve vodě probíhá v kapičkách a na jejich povrchu. Kyslík se šíří v tomto případě ze vzduchu přes souvislé vodní fáze k povrchu lipidových částic. Oxidace v emulzích oleje ve vodě je poměrně dobře prostudovaná, protože jde o velmi častý případ v potravinách. V margarínové emulzi vodě v oleji se kyslík šíří ze vzduchu přímo do oleje, kde oxidace probíhá. Oxidativní poškození tuků a olejů v potravinách se projevuje velmi nepříjemným zápachem a chutí, což má za následek snížení nutriční kvality a bezpečnosti způsobené vznikem sekundárních, potenciálně toxických, sloučenin.

Jednou z možností, jak organismus chránit před vlivem volných radikálů, je používání antioxidantů. Jedná se o molekuly, které mohou zabraňovat nebo omezovat oxidační destrukci látek, čímž působí preventivně proti vzniku chronických onemocnění. Antioxidanty buď reagují s volnými radikály nebo váží do komplexů katalyticky působící kovy a nebo eliminují přítomný kyslík. Mají prokazatelné antibakteriální, antivirové, antimutagenní, antialergické a antikarcinogenní účinky a inhibují zvyšování krevního tlaku. Přídavkem antioxidantů lze zachovat chuť i barvu a lze zabránit ničení vitamínů. Mezi syntetické antioxidanty nejčastěji používané k uchovávání potravin patří butylhydroxyanisol (BHA), butylhydroxytoluen (BHT), terciální butylhydrochinon (TBHQ) a propylgallát. Studie však ukazují, že BHA i BHT mohou být toxické.

Důležitou roli jako zdroj antioxidantů (především vitaminu C, vitaminu E, karotenoidů a polyfenolických sloučenin) mají některé potraviny rostlinného původu, např. ovoce, zelenina, vláknina, čaje, vína, pivo a některé rostliny.^{2,53,54,55,56,57,58}

6.1 Syntetické antioxidanty

Komerční butylhydroxyanisol je směsí dvou isomerů (3-*terc*-butyl-4-hydroxyanisol a 2-*terc*-butyl-4-hydroxyanisol). BHA je účinný zejména pro ochranu tuků obsahujících mastné kyseliny s kratším řetězcem, aroma a barvy silic. Často je přidáván do obalů, z nichž migruje do potraviny.

Butylhydroxytoluen (3,5-di-*terc*-butyl-4-hydroxytoluen) je ve srovnání s BHA účinnější jako antioxidant živočišných tuků. Degradací BHT vznikají významné produkty, které jsou také aktivní jako antioxidanty. Jsou to 3,5-di-*terc*-butyl-4-hydroxybenzaldehyd a 3,5,3',5'-tetra-*terc*-butyl-4,4'-dihydroxy-1,2-difenylethan.

Terciální butylhydrochinon (TBHQ) patří k nejlepším antioxidantům tuků určených na smažení. Zvýšení antioxidační aktivity je navíc možné v kombinaci s chelatačními činidly. Všechny degradační produkty TBHQ vykazují antioxidační aktivitu, některé dokonce vyšší než TBHQ.

Účinnost esterů kyseliny gallové (gallátů) je vyšší v bezvodých tucích. Propylgallát je relativně nestálý, není proto vhodný pro tuky určené ke smažení. Užívá se např. ke stabilizaci živočišných tuků, vždy se však používá v kombinaci s chelatačními činidly. Jedním z hlavních produktů jeho degradace je ellagová kyselina, které má též antioxidační vlastnosti.²

6.2 Přírodní antioxidanty

Antioxidační aktivitu vykazuje řada rostlin i plodin. Po staletí lidé používali různé byliny a koření k prodloužení údržnosti potravin. Nejvíce účinnými byly shledány rozmarýna a šalvěj, ale velmi účinná je i spousta jiných. Antioxidanty se nachází v ovoci, zelenině, olivovém oleji, kakaových bobech, luštěninách, pobřežních rostlinách a řasách, léčivých rostlinách, koření, obilovinách, otrubách, melase, víně, pivu, whisky, saké, čaji a dalších nápojích a potravinách.

Nahrazení syntetických antioxidantů přírodními může být výhodné vzhledem k jejich vlivu na lidské zdraví i vzhledem k některým jejich vlastnostem, jako je např. rozpustnost v oleji i ve vodě. Nicméně některé z nich, především ty, které jsou extrahovány

z koření a bylin (oregano, tymián, dobromysl, majoránka, levandule, rozmarýn), mají omezené použití i přes svou vysokou antioxidační aktivitu, protože vykazují charakteristickou vůni po použitých rostlinách nebo hořkou chuť. Přirozeně se vyskytující antioxidační látky je třeba podrobit bezpečnostním testům stejně jako antioxidanty syntetické.^{2,56}

Vysokou antioxidační kapacitu mají polyfenoly, které se vyskytují jako složky koření, ale také jako složky kouře používaného k uzení potravin. Jedním z nejbohatších zdrojů fenolů, co se obilí týče, je ječmen. Např. 70-80 % polyfenolů v pivu pochází ze sladového ječmene, zbylých 20-30 % je z chmele.⁵⁵

Složkami udícího kouře jsou i polyfenolové kyseliny, které jsou běžnou součástí všech rostlinných materiálů. Aktivita těchto kyselin a jejich derivátů závisí na počtu hydroxylových skupin v molekule.

Účinnými antioxidanty jsou různé složky kurkumovníků, např. žluté pigmenty nebo jejich nižší homology.

V zázvoru lékařském jsou vysoce aktivními antioxidanty pálivé gineroly, shogaoly a zingeron, dále také fenylbutenoidy kassumunin A a B.

V hluchavkovitých rostlinách se vyskytují substituované bifenyly odvozené od monoterpenového alkoholu thymolu. Mezi nejlepší antioxidanty se však řadí fenolové diterpeny. Významnou skupinou látek odvozenou od diterpenů jsou chinony kořene šalvěje.

Flavonoly a 5-hydroxysubstituované flavony váží kovy do neúčinných komplexů.² Pro antioxidační účinky flavonoidů obecně je důležitý počet hydroxylových skupin v molekule a jejich poloha. Aktivními jsou dihydroxyderiváty s hydroxyskupinami v polohách C-3' a C-4'.

Příklady přírodních antioxidantů jsou uvedeny v tabulce 8, seznam všech antioxidantů je uveden v tabulce 9.

Tabulka 8 Příklady přírodních antioxidantů vyskytujících se v potravinářsky významných komoditách ^{2,57}

Materiál		Sloučeniny s antioxidační aktivitou
ovoce	olivý	fenolové kyseliny, jejich glykosidy, polyfenoly, oleuropein
	citrusové plody	kyselina L-askorbová, bioflavonoidy, β -karoten
koření	černý rybíz	kyselina L-askorbová
	rozmarýna	diterpeny, estery fenolových kyselin
	šalvěj	diterpeny
	tymián	jednoduché fenoly a jejich dimery
	kurkuma	kurkuminoidy
obiloviny a olejniný	zázvor	gingeroly, shogaoly, zingeron, kurkuminoidy
	pšenice, žito	fenolové kyseliny, tokoferoly, flavonoidy, fosfolipidy
	ječmen	tyrosin, tyramin, fenolové kyseliny, tokoferoly, fosfolipidy, lignany
	oves	avenanthramidy, fenolové kyseliny, tokoferoly, fosfolipidy
	rýže	flavony, fenolové kyseliny, tokoferoly
	sója	tokoferoly, isoflavony a jejich glykosidy, fenolové kyseliny, fosfolipidy
	sezamové semeno	lignany a produkty jejich rozkladu
	arašídy	fenolové kyseliny, flavonoidy, tanniny, tokoferoly
zelenina	řepka	fenolové kyseliny, tanniny, tokoferoly
	cibule	flavonoidy, fenolové kyseliny
	paprika	kapsaicinoidy a příbuzné sloučeniny

Tabulka 9 Seznam antioxidantů ^{1,14}

Číslo E	Antioxidant
E 300	Kyselina L-askorbová (vit. C)
E 301	L-askorban sodný
E 302	L-askorban vápenatý
E 304	L-askorbylpalmitát
E 306	Přírodní extrakt s vysokým obsahem tokoferolů
E 307	Alfa-tokoferol (vit. E)
E 308	Gamma-tokoferol (vit. E)
E 309	Delta-tokoferol (vit. E)
E 310	Propylgallát
E 311	Oktylgallát
E 312	Dodecylgallát
E 314*	Guaiac Resin (guajaková pryskyřice)
E 315	Kyselina isoaskorbová
E 316	Isoaskorbát sodný
E 319	Terciální butylhydrochinon (TBHQ)
E 320	Butylhydroxyanisol (BHA)
E 321	Butylhydroxytoluen (BHT)
E 322	Lecitiny
E 325	Mléčnan sodný
E 326	Mléčnan draselný
E 385	Ethylendiamintetraacetát vápenato-disodný
E 586	4-hexylresorcinol

*antioxidant nepovolený v ČR

6.3 Stanovení antioxidantů

Četné studie naznačují, že rozšířené používání syntetických antioxidantů může mít za následek potenciální zdravotní rizika spojená s jejich příjmem. V současné době existuje asi 30 druhů syntetických antioxidantů, které mohou být přidávány do potravin přímo či nepřímo. Mohou být použity samostatně nebo v kombinaci s ostatními. V důsledku toho existuje rostoucí potřeba vytvořit efektivní a pohodlný způsob kvantifikace, který by mohl být použit k analýze povolených i zakázaných antioxidantů.

V posledních letech se tyto látky stanovují pomocí UV a VIS fotometrie nebo díky papírové, tenkovrstvé, plynové či kapalinové chromatografie (nejlépe HPLC). Velmi vhodnou se ukázala být metoda GC-MS (plynová chromatografie - hmotnostní spektrometrie).⁵⁹

K. Marcaníková a kol.⁶⁰ analyzovali fenolické látky ve 14 vzorcích medoviny pomocí HPLC ve spojení s coulometrickým detektorem CoulArray. Mobilní fáze A se skládala z roztoku octanu amonného a kyseliny mravenčí (pH 3), mobilní fáze B se skládala z 80 % z acetonitrilu a z 20 % z mobilní fáze A. Pro separaci byla použita kolona C18 a gradientová eluce. Kvalita byla zjištěna porovnáním retenčních časů standardů s časy vzorků. Kvantita byla vyhodnocena dle kalibrační křivky.

M. A. Farajzadeh a kol.⁶¹ stanovovali antioxidanty ve vodných vzorcích pomocí DLLME (mikroextrakce založená na tvorbě disperzního systému) a HPLC-DAD. U HPLC byla mobilní fáze složena z methanolu, detekce proběhla při 210 nm. U DLLME byl použit acetonitril jako rozpouštědlo, pH bylo 4,5. Výsledky byly vyhodnoceny dle retenčních časů.

P. Stratil a kol.⁶² stanovovali fenolické látky ve 29 druzích vín pomocí spektrofotometrie. Fenolické látky analyzovali pomocí metody FCM (Folin-Ciocalteu činidlo) a metody PBM (metoda dle Price a Butlera). Metoda FCM je založena na reakci fenolických látek s činidlem dle Folin-Ciocalteua. V přítomnosti činidla dochází v alkalickém prostředí k rychlé oxidaci fenolických látek za vzniku modře zbarveného molybdeno-wolframového komplexu. Ten byl detekován při 760 nm. U metody PMB se fenolátový anion zoxiduje na fenolátový radikál a zároveň se kyanoželezitanový ion zredukuje na kyanoželezitan, který je modře zbarven (pruská modř).

C. I. G. Tuberoso a kol.⁶³ stanovovali antioxidační sloučeniny v olejninách, které jsou využívány v potravinářství, pomocí HPLC. Pro analýzu vitamínu E bylo k 10 mg oleje přidáno 200 μ l chloroformu a 790 μ l směsi acetonitril / methanol (50:50). Byla použita

kolona C18. Fluorescenční detekce proběhla při 290 nm a 330 nm. Pro analýzu chlorofylu a β -karotenu byl připraven 5 % roztok oleje v cyklohexanu. β -karoten byl proměřen při 464 nm a celkové chlorofyly při 669 nm. Pro stanovení fenolických sloučenin bylo ke 3 g oleje přidáno 5 ml směsi methanol-voda (80:20). Použitými rozpouštědly byly tyto látky: 0,2 M H_3PO_4 (A) a 80% CH_3CN + 20% 0,2 M H_3PO_4 (B). Detekce proběhly při 280 nm, 313 nm a 360 nm. Výsledky byly vyhodnoceny dle kalibračních křivek (s využitím vnějšího standardu) a ploch píků.

L. Guo a kol.⁵⁹ simultánně stanovovali 5 syntetických antioxidantů (BHA, BHT, TBHQ, ethoxyquin a Ionox 100) v jedlém rostlinném oleji pomocí GC-MS. Vzorky byly extrahovány ethanolem. Poté byly separovány a detekovány GC-MS. Výsledky byly vyhodnoceny dle retenčních časů, píků a kalibrační křivky.

7. Falšování potravin

Tmavé a celozrnné pečivo je mnohem zdravější než to z bílé mouky. Často jsou však tyto výrobky barveny karamellem a obsahují velmi málo celozrnné mouky. Pokud však nelze zkontrolovat složení, tak barvené od přirozeně tmavého pečiva lze poznat jen velmi těžko.

Dalším mýtem zdravého výrobku jsou ochucené minerálky, které jsou nabízeny coby zdravé alternativy sladkých nealkoholických nápojů. I tyto výrobky však obsahují cukr nebo syntetická sladidla, aromatické látky a často též konzervanty. Nejzdravější tak stále zůstává především čistá voda.

Oblíbenou potravinou pro úpravu aditivy je šunka. Většinou totiž neobsahuje 100 % masa, tudíž různé přídatné látky pomohou výrobcům k žádoucímu vzhledu jeho produktu. Osvědčuje se želatina, dusitan, fosforečnan a rostlinné gummy.

Další potravinou, která často obsahuje spoustu aditiv, jsou instantní polévky. Většinou je v nich obsažen glutaman sodný, který může způsobovat různé nežádoucí účinky, dále guanylan sodný, inosin sodný, různá barviva, modifikované škroby, aromatické látky a BHA. Navíc v polévkách asijské výroby se mohou vyskytovat nepovolená syntetická barviva a konzervanty.¹

Dle Ch. Cordella a kol.⁶⁴ patří mezi běžné typy falšování potravin např. ředění ovocného džusu vodou nebo přidávek cukru do tohoto výrobku, dále přidávek kukuřičného nebo třtinového cukru do medu, nesprávně uvedený původ mléka, masa či alkoholu, ředění vína vodou a chybný údaj o stáří vína či lihovin.

8. Závěr

Tato práce je věnována aditivním látkám v potravinářství. Především pak potravinářským barvivům, konzervantům, sladidlům a antioxidantům. Je zde vysvětlena jejich důležitost a nepostradatelnost, ale zároveň je poukazováno na jistá nebezpečí, která s sebou tyto látky přinášejí.

Je velmi důležité stanovit nejvyšší povolená množství jednotlivých aditiv v potravinách zákony a následně kontrolovat, jsou-li tyto zákony dodržovány. Zvláště důležité jsou kontroly aditiv, která mohou nepříznivě působit na lidský organismus. K tomu slouží mnoho technik, ty nejpoužívanější jsou popsány v této práci.

Obecně jednou z nejlepších a nejužívanějších technik je vysokoúčinná kapalinová chromatografie. U potravinářských barviv se používá i kapilární elektroforéza, diferenční pulzní polarografie a spektrofotometrie. Při stanovování konzervantů je to mimo HPLC také kapilární elektroforéza, micelární kapalinová chromatografie, průtoková injekční analýza a sekvenční injekční analýza. U stanovení sladidel se vedle HPLC využívá iontové chromatografie a průtokové injekční analýzy. U antioxidantů jsou dalšími metodami plynová chromatografie, metoda s Folin-Ciocalteu činidlem, metoda dle Price a Butlera, a další.

Důležitá je však správná informovanost spotřebitele o přídatných látkách obecně. Aby lidé věděli, že nejsou všechna špatná a spousta z nich vůbec nemůže lidskému organismu uškodit, ale současně aby si dávali pozor na ta aditiva, která by se měla konzumovat v co nejnižší možné míře, jelikož mohou mít na organismus negativní vliv. Bohužel to, že je určitá přídatná látka povolena v potravinách zákony, ještě neznamena, že je stoprocentně nezávadná.

Otázkou do budoucna zůstává, jaká aditiva, z těch která jsou nyní povolena, budou zakázána nebo jaká nová se začnou v potravinářství používat.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

1. Vrbová T.: *Víme, co jíme? aneb Průvodce Ěčky v potravinách*. EcoHouse, 2001.
2. Velíšek J., Hajšlová J.: *Chemie potravin II.*, 3. vydání. OSSIS, Tábor 2009.
3. <http://www.szpi.gov.cz/>, staženo dne 7. 3. 2011.
4. Gerhartz W., Yamamoto Y. S., Elvers B., Rounsaville J. F., Schulz G. (Eds): *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 5. vydání, svazek A11, VCH, Weinheim, 1988
5. Velíšek J. (Ed): *Chemical reactions in foods II*. Czechoslovak Chemical Society, Praha 1992.
6. Šlampaová A., Smělá D., Vondráčková A., Jančářová I., Kubáň V.: *Chem. listy* 95, 163 (2001).
7. Dawson T.L.: *Color. Technol.* 125 (2), 61 (2009).
8. Taylor R. J.: *Food additives*. John Wiley and Sons Ltd., New York 1980.
9. Burrows A.: *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 8 (4), 394 (2009).
10. Benešová L., Kvasničková A., Kopáčová O., Hrudková A., Demnerová K., Čurdová M., Suková I., Machálek E., Perlín C.: *Potravinářství* 92. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993.
11. Prado M. A., Godoy H. T.: *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.* 25 (16), 2455 (2002).
12. Čopíková J., Uher M., Lapčík O., Moravcová J., Drašar P.: *Chem. listy* 99, 802 (2005).
13. Lachman J., Hamouz K., Orsák M.: *Chem. listy* 99, 474 (2005).
14. Vyhláška č. 4/2008 Sb. částka 3, vydána 3. 1. 2008 Ministerstvem zdravotnictví
15. Wood R., Foster L., Damant A., Key P.: *Analytical methods for food additives*. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2004.
16. Chanlon S., Joly-Pottuza L., Chateluta M., Vittoria O., Cretier J. L.: *J. Food Compos. Anal.* 18, 503 (2005) .
17. Scotter M. J., Castle L., Roberts D.: *Food Addit. Contam.* 22 (12), 1163 (2005).
18. GarciaPenalver L., SimalLorano J., LopezHernandez J.: *Spectroscopy Europe* 11 (1), 8 (1999).
19. Lau O. W., Poon M. M. K., Mok S. C., Wong F. M. Y., Luk S. F.: *International Journal of Food Science and Technology* 30 (6), 793 (1995).
20. Suzuki S., Shirao M., Aizawa M., Nakazawa H., Sasa K., Sasagawa H.: *J. Chromatogr. A* 680, 541 (1994).

21. Saad B., Bari M. F., Saleh M. I., Ahmad K., Talib M. K. M.: *J. Chromatogr. A* 1073 (1-2), 393 (2005).
22. Brul S., Coote P.: *Int. J. Food Microbiol.* 50, 1 (1999).
23. Zotou A., Sakla I., Tzanavaras P. D.: *J. Pharm. Biomed. Anal.* 53 (3), 785 (2010).
24. Čmelík J., Machat J., Niedobová E., Otruba V., Kanický V.: *Anal. Bioanal. Chem.* 383 (3), 483 (2005).
25. Toldrá F., Flores M.: *Grasas Aceites* 60 (3), 291 (2009).
26. Cammack R., Joannou C. L., Cui X.-Y., Martinez C. T., Maraj S. R., Hughes M. N.: *Biochim. Biophys. Acta* 1411, 475 (1999).
27. Wang W., Wang Y., Zhang J., Chu Q., Ye J.: *Anal. Chim. Acta* 678 (1), 39 (2010).
28. Loginova L. P., Kulikov A. U., Yakovleva E. Y., Boichenko A. P.: *Chromatographia* 67, 615 (2008).
29. Kazemzadeh A., Ensafi A. A.: *Anal. Chim. Acta* 442 (2), 319 (2001).
30. Merusi C., Corradini C., Cavazza A., Borromei C., Salvadeo P.: *Food Chem.* 120 (2), 615 (2010).
31. BS EN International Standard ISO 14673-1: Milk and milk products – determination of nitrate and nitrite contents – Part 1: Method using cadmium reduction and spectrometry (2001).
32. Segundo M. A., Rangel A. O. S. S.: *Anal. Chim. Acta* 427 (2), 279 (2001).
33. Kass M., Ivaska A.: *Anal. Chim. Acta* 449 (1-2), 189 (2001).
34. Čmejlová K., Panovská Z., Váchová A., Lukešová D.: *Czech J. Food Sci.* 27, 327 (2009).
35. Čopíková J.: *Chem. listy* 93, 3 (1999).
36. Hutteau F., M. Mathlouthi, Portmad M. O., Kilcastb D.: *Food Chem.* 63 (1), 9 (1998).
37. Tamer C. E., İncedayi B., Parseker Yönel S., Yonak S., Çopur Ö. U.: *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 38 (1), 76 (2010).
38. Čopíková J., Lapčík O., Uher M., Moravcová J., Drašar P.: *Chem. listy* 100, 778 (2006).
39. Karovičová J., Lehkoživová J., Kohajdová Z., Suhaj M.: *Chem. listy* 101, 171 (2007).
40. Aykan V., Sezgin E., Guzel-Seydim Z. B.: *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110 (6), 516 (2008).
41. Sun H. Y., Zhao P. J., Peng M.: *World J. Microbiol. Biotechnol.* 24 (11), 2613 (2008).
42. Saska Z., Dredan J., Balogh E., Luhn O., Shafir G., Antal I.: *Powder Technol.* 201 (2), 123 (2010).

43. Roberts A., Renwick A. G., Sims J., Snodin D. J.: *Food Chem. Toxicol.* 38 (2), 31 (2000).
44. Meyer Ch., Pérez S., Hervé du Penhoat C., Michon V.: *J. Am. Chem. Soc.* 115, 10300 (1993).
45. Lapčík O., Čopíková J., Uher M., Moravcová J., Drašar P.: *Chem. listy* 101, 44 (2007).
46. Koyama E. a kol.: *Food Chem. Toxicol.* 41 (6), 875 (2003).
47. Uchiyamaa H., Tozuka Y., Imonoa M., Takeuchi H.: *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 76 (2), 238 (2010).
48. Zhu Y., Guo Y., Ye M., James F. S.: *J. Chromatogr. A* 1085 (1), 143 (2005).
49. Willets P., Anderson S., Brereton P., Wood R.: *J. Assoc. Public Anal.* 32, 53 (1996).
50. Cantarelli M. A., Pellerano R. G., Marchevsky E. J., Camiña J. M.: *Food Chem.* 115 (3), 1128 (2009).
51. Chen Q.-Ch., Wang J.: *J. Chromatogr. A* 937 (1-2), 57 (2001).
52. Garcia-Jimenez J. F., Valencia M. C., Capitan-Vallvey L. F.: *Anal. Chim. Acta* 594 (2), 226 (2007).
53. Paulová H., Bochořáková H., Táborská E.: *Chem. listy* 98, 174 (2004).
54. Karabín M., Dostálek P., Hofta P.: *Chem. listy* 100, 184 (2006).
55. Amarowicz R., Zegarska Z., Pegg R. B., Karamać M., Kosińska A.: *Czech J. Food Sci.* 25, 73 (2007).
56. Moure A., Cruz J. M., Franco D., Dominguez J. M., Sineiro J., Dominguez H., Nunez M. J., Parajo J. C.: *Food Chem.* 72 (2), 145 (2001).
57. Fořt P.: *Zdraví a potravní doplňky*, Euromedia Group, k. s. – Ikar, Praha 2005.
58. Filip V., Hrádková I., Šmidrkal J.: *Czech J. Food Sci.* 27, S9 (2009).
59. Guo L., Xie M.-Y., Yan A.-P., Wan Y.-Q., Wu Y.-M.: *Anal. Bioanal. Chem.* 386 (6), 1881 (2006).
60. Marcaníková K., Beňová B.: *Chem. listy* 104, 27 (2010).
61. Farajzadeh M. A., Bahram M., Jönsson J. Å.: *Anal. Chim. Acta* 591 (1), 69 (2007).
62. Stratil P., Kubáň V., Fojtová J.: *Czech J. Food Sci.* 26 (4), 242 (2008).
63. Tuberoso C. I. G., Kowalczyk A., Sarritzu E., Cabras P.: *Food Chem.* 103 (4), 1494 (2007).
64. Cordella Ch., Moussa I., Martel A.-C., Sbirrazzuoli N., Lizzani-Cuvelier L.: *J. Agric. Food Chem.* 50 (7), 1751 (2002).