

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Kontaminanty v dětské výživě

Pavla Vrbická

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavla Vrbická**
Osobní číslo: **C14833**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Kontaminanty v dětské výživě**
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. Definujte termín dětská výživa z hlediska legislativy, uveďte základní přehled požadavků na dětskou výživu z hlediska hygieny a bezpečnosti.
2. U vybraných kontaminujících látek uveďte jejich vlastnosti, příčiny vzniku a zdravotní důsledky jejich časté konzumace.
3. Rešerší odborných zahraničních periodik zjistěte výskyt vybraných kontaminantů v dětské výživě v rámci Evropy. Můžete také srovnat s dostupnými daty mimo Evropu. Uveďte jakými technologiemi lze minimalizovat riziko vzniku vybraných kontaminantů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. července 2018



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2018

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..

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích 29. června 2018

.....

Pavla Vrbická

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Liborovi Červenkovi, Ph.D. za konzultace a cenné rady, které mi poskytl během zpracování mé práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mi byla během psaní oporou.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na 5 vybraných kontaminantů, které se objevily v dětské výživě. V úvodu je základ potravinové legislativy, konkrétně týkající se dětské výživy a kontaminantů. U vybraných kontaminantů byly uvedeny jejich vlastnosti, popsán jejich výskyt v životním prostředí a potravinách. Dále jsou zde uvedeny konkrétní příklady, kdy byly tyto kontaminanty nalezeny ve výživě, která je určena kojencům, nebo malým dětem. V závěru práce jsou návrhy na minimalizaci vzniku kontaminantů v potravinách.

KLÍČOVÁ SLOVA

dětská výživa, kontaminace, bisfenol a, dibutylftalát, akrylamid, 3-chlor-propan-1,2-diol, furan

TITLE

Contaminants in baby food

ANNOTATION

This bachelor thesis focuses on 5 selected contaminants that appear in baby food. In the introduction is described food legislation, concerning of baby food and contaminants. Selected contaminants are further discussed with relation to environment and their occurrence in food. Particular are introduced examples of contamination of nutrition intended for infants or small children. At the end of the thesis, there are proposals to minimize the formation of contaminants in food.

KEYWORDS

baby food, contamination, bisfenol a, dibutylphthalate, acrylamide, 3-chloropropane-1,2-diol, furan

OBSAH

0.	ÚVOD	11
1.	POTRAVINOVÁ LEGISLATIVA.....	12
1.1.	BEZPEČNOST POTRAVIN.....	12
1.1.1.	Sytém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF)	13
1.2.	Definice kontaminantů.....	13
1.3.	Všeobecné požadavky na potraviny	14
1.3.1.	Hygiena a hygienický balíček	14
2.	DĚTSKÁ VÝŽIVA.....	15
2.1.	Počáteční a pokračovací kojenecká výživa.....	15
2.1.1.	Požadavky na počáteční a pokračovací výživu	16
2.2.	Příkrmy a potraviny pro malé děti	17
2.2.1.	Požadavky na příkrmy pro kojence	18
2.3.	Hygienické požadavky na výrobky, s nimiž děti přicházejí do styku	18
3.	KONTAMINANTY UVOLŇUJÍCÍ SE DO DĚTSKÉ VÝŽIVY	20
3.1.	BISFENOL A	20
3.1.1.	Historie používání BPA.....	20
3.1.2.	Vlastnosti a výskyt BPA.....	21
3.1.3.	Průnik BPA do potravního řetězce	22
3.1.4.	Vliv na zdraví	22
3.2.	DIBUTYLFTALÁT.....	23
3.2.1.	Vlastnosti a výskyt	23
3.2.2.	Vliv na zdraví	23
4.	KONTAMINANTY VZNIKAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝM POSTUPEM.....	25
4.1.	AKRYLAMID	25
4.1.1.	Vlastnosti akrylamidu.....	25

4.1.2.	Vznik akrylamidu	25
4.1.3.	Výskyt akrylamidu	27
4.1.4.	Vliv na zdraví	28
4.2.	3-CHLORPROPAN-1,2-DIOL.....	28
4.2.1.	Vlastnosti, vznik a výskyt 3-MCPD	29
4.2.2.	Vliv na zdraví	30
4.3.	FURAN.....	31
4.3.1.	Vlastnosti furanu	31
4.3.2.	Vznik a výskyt.....	31
4.3.3.	Vliv na zdraví	32
5.	VÝSKYT VYBRANÝCH KONTAMINANTŮ V DV.....	33
6.	MINIMALIZACE RIZIK VZNIKU KONTAMINACE	34
7.	ZÁVĚR	37
8.	POUŽITÁ LITERATURA.....	38

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 – chemická struktura BPA.....	20
Obrázek 2 – reakční schéma syntézy BPA (19)	21
Obrázek 3 – strukturní vzorec DBP	23
Obrázek 4 – Akrylamid.....	25
Obrázek 5 – schéma Maillardových reakcí (31).....	26
Obrázek 6 – Vznik akrylamidu reakcí aminokyseliny asparaginem s karbonylem vznikající Maillardovými reakcemi (32)	27
Obrázek 7 – 3-MCPD	28
Obrázek 8 – vznik MCPD reakcí glycerolu a vznik jeho esterů z triacylglycerolu (35).....	29
Obrázek 9 – schéma furanu	31
Obrázek 10 – schéma možného vzniku furanu v potravinách (42)	32

Tabulka 1: vybrané požadavky na složení počátečních a pokračovacích kojeneckých výživ..17

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

3-MCPD – 3-chlorpropan-1,2-diol

AMK – aminokyselina/y

BPA – bisfenol A

CAS – CAS registrační číslo

DBP – dibuthylftalát

DV – dětská výživa

EFSA – Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)

EU – Evropská unie

IUPAC – Mezinárodní unie pro čistou a užitou chemii (International Union of Pure and Applied Chemistry)

MR – Maillardovy reakce

RASFF – Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (Rapid Alert System for Food and Feed)

SZPI – Státní zemědělská potravinářská inspekce

TDI – tolerovaný denní příjem

TEQ – Toxické ekvivalentní množství

USA – Spojené státy americké

WHO – Světová zdravotnická organizace

0. ÚVOD

Bezpečnost potravin je zajišťována Evropským úřadem pro bezpečnost potravin. Potravinová legislativa je část celku, kterou tvoří vyhlášky, nařízení, směrnice nebo doporučení. Tato nařízení jsou průběžně aktualizována, aby byla zajištěna co největší bezpečnost konzumenta a nedocházelo k nákaze z potravin. Tyto nařízení se zaměřují na potraviny a množství různých přidaných látek, které mohou obsahovat, aby si udrželi své chuťové i vzhledové vlastnosti nebo zabránili vzniku mikrobiologické nákazy po dobu jejich skladování. Dále se zaměřuje na množství kontaminantů v potravinách.

Dětskou výživu můžeme rozdělit na výživu pro kojence, tj. pro děti od narození do zhruba 12 měsíců věku, a malé děti, které jsou specifikované od 1 roku života do 3 let. Vzhledem k citlivosti těchto jedinců a jejich nevyvinutému imunitnímu systému, jsou mnohem náchylnější k nemocem například z kontaminovaných potravin. Vzhledem k nízké hmotnosti kojenců a malých dětí mohou i malé dávky kontaminantů vyvolat nejen podráždění pokožky nebo zarudnutí, ale při opakovaném vystavování určitého kontaminantu se mohou objevit vážnější problémy, jako je vznik karcinogenu, problém s reprodukcí v pozdějším věku, aj. Z tohoto důvodu jsou kladeny mnohem větší nároky na potraviny určené dětem do tří let. Jsou stanoveny maximální limity vitamínů, minerálů. Nařízení, která specifikují určité druhy výživy, například mléčnou umělou výživu, obsahují přesně definované složení, energetické hodnoty, ale i seznam zakázaných látek. Dále v nich můžeme najít požadavky na maximální množství reziduí pesticidů nebo přítomnosti kontaminantů v dětské výživě (DV), ať už těch, které vznikají během technologických procesů nebo těch, které se dostávají do potravin migrací z životního prostředí nebo obalů.

Cílem této bakalářské práce je přiblížit vybrané kontaminanty, které byly nalezeny v dětské výživě. Uvést příčiny vzniku a zdravotní důsledky časté konzumace. Zároveň návrh technologických postupů pro omezení vzniku nebo úplné odstranění kontaminantů jak z DV, ale i z pokrmů určených pro dospělé osoby, neboť ženy mohou některé kontaminanty přenášet například pomocí mateřského mléka přímo kojencům nebo se mohou dostávat k plodu přes placentu již v prenatálním věku.

1. POTRAVINOVÁ LEGISLATIVA

Potravinová legislativa, neboli potravinové právo, je vybraná část právního celku. Zaměřuje se především na ochranu spotřebitele před zdravotně nezávadnými potravinami, případnému onemocnění z nich. Mezi další cíle můžeme zařadit zabránění kontaminace potravního řetězce, klamání spotřebitelů, falšování potravin, ale i ochranu životního prostředí, rostlin a zdraví zvířat. Legislativa EU mimo jiné usnadňuje pohyb bezpečných potravin a krmiv v rámci EU.

Z hlediska mezinárodních vazeb stojí vedle sebe dva samostatné odlišné právní systémy: legislativa EU a národní legislativy. Vzhledem k vysoké integrační úrovni je legislativa EU nadřazena národním legislativám. V případě sporu rozhoduje Evropský soudní dvůr. Pro funkčnost EU je rozhodující, aby právní předpisy byly přijaty ve všech členských státech současně a se stejným vnitřním obsahem (1). Závazné právní předpisy v EU můžeme zároveň rozdělit na tzv. *primární právo*, které obsahuje především: Smlouvy o EU a Smlouvy o fungování EU – zakládající smlouvy s členskými státy, o zřízení tří evropských společenství¹. Jednostranné akty (nařízení, rozhodnutí, směrnice a doporučení, ...), smluvní akty (dohody mezi zeměmi EU, mezinárodní dohody mezi EU a některou z těchto zemí, ...), se řadí do tzv. *práva sekundárního* (2).

Právní předpisy EU jsou zveřejňovány v Úředním věstníku Evropské unie, který je vydáván v jazycích všech členských zemí. Je vydáván Úřadem pro publikace Evropské unie a musí v něm být zveřejněny veškeré právní předpisy EU a směrnice EU, které se týkají všech členských států obecně. Od července 2013 je vydáván elektronicky (3).

1.1. BEZPEČNOST POTRAVIN

Bezpečnost potravin v EU zajišťuje Evropský úřad pro bezpečnost potravin, dále jen EFSA². Ta představuje most mezi vědou a konzumentem. Díky komunikaci pomáhá veřejnosti porozumět výsledkům vědeckých analýz, které mohou být nesrozumitelné nebo je často nelze převést na jednoduché rady a pokyny. Tímto se běžný spotřebitel dostane k objektivním informacím. Chrání spotřebitele před případnými riziky onemocnění s přímým či nepřímým vlivem na bezpečnost potravin. Sbírá a analyzuje data pro hodnocení případných rizik, která

¹ ESUO (European Community of steel and Coal), Euroatom, EHS (European Economic Community, od r. 1994 ES)

² Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority), založen v roce 2002; byl zřízen Evropskou unií na základě všeobecného potravinového zákona (Nařízení 178/2002)

jsou podložena vědeckými informacemi. Poskytuje vědeckou podporu při přípravě právních předpisů EU v oblasti bezpečnosti potravin a krmiv (4).

EU má jednu z nejvyšších úrovní v oblasti bezpečnosti potravin na světě – převážně díky pevným souborům, platných právních předpisů EU, které zajišťují, že potraviny jsou pro spotřebitele bezpečné (5).

1.1.1. Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF)

V roce 1997 vznikl jeden z kontrolních mechanismů a zároveň klíčový informační systém, který představuje téměř okamžitou reakci v případě zjištění jakéhokoliv rizika ohrožení zdraví lidí, je Systém rychlého varování (RASFF – Food and Feed Safety Alerts). Tento systém má zároveň za cíl zajistit stažení či likvidaci zdravotně závadných potravin či krmiv z trhu. RASFF umožňuje efektivní šíření informací mezi členskými státy EU, Evropskou komisí, EFSA, Evropským sdružením volného obchodu, Norskem, Lichtenštejnskem, Islandem a Švýcarskem. Díky RASFF se předchází mnoha rizikům, která by mohly mít neblahý vliv na zdraví konzumenta v EU. Díky informacím, které se v rámci RASFF vyměňují, mohou být zdravotně závadné produkty včas staženy z prodeje (5).

1.2. Definice kontaminantů

Kontaminující látka, neboli kontaminant, je látka, která není do potraviny přidávána záměrně, ale vyskytuje se v ní například jako důsledek technologického procesu nebo díky nedostatečné hygieně. Kontaminanty se rozumí *mikroorganismy*, které se mohou přirozeně vyskytovat například v nahnílém ovoci, nebo díky mikrobiální činnosti může vzniknout kontaminace během přepravy, zpracování, ...; *anorganické látky*, které jsou z vnějšího prostředí, například kontaminace těžkými kovy; a *organické látky*, které mohou vznikat z bezpečných potravin jako důsledek zpracování, úprav, nebo může vzniknout kontaminace z vnějšího prostředí, například pesticidy, nebo migrační cestou z obalových materiálů.

Kontaminanty můžeme rozdělit také podle vzniku kontaminace. Během prvovýroby můžeme najít přírodní toxiny, mykotoxiny, látky ze životního prostředí. Při zpracování produktů prvovýroby se do potravin dostávají různá potravinářská aditiva, pomocné látky, doplňky stravy nebo desinfekční prostředky. U balených potravin, během transportu anebo při nevhodném skladování může dojít ke kontaminaci mykotoxiny, bakteriálními toxiny, případně migrací kontaminantů z obalových materiálů. Během přípravy jídel vznikají z látek, které se

přirozeně vyskytují v potravinách, tzv. procesní kontaminanty. Tyto kontaminanty vznikají při pečení nebo grilování. Mezi nejznámější patří akrylamid a furan, aj. Kontaminant může být též fyzikálního původu, kdy můžeme v potravině najít střepek, šperk nebo jakýkoliv jiný tvrdý předmět, který se může dostat během výrobního procesu (6).

1.3. Všeobecné požadavky na potraviny

Jeden ze 3 všeobecných požadavků je zajistit zdravotní nezávadnost, kdy se kontrolují mikrobiologické požadavky a obsah cizorodých látek. U potravin se sleduje dále jakost (kvalita potravin), což je souhrn vlastností pro výživu lidí. Má definovat nutriční hodnoty dané potraviny/výrobku. Celková jakost, kdy hrají důležitou roli chemické složky, fyzikální vlastnosti, ale také konkrétní vlastnosti výrobku jako je barva, chuť, tvar, ..., určují třídu jakosti (kvality). Poslední požadavek je bezpečnost potravin. Zajistit, aby potravina, která se dostane na trh, byla hygienicky a zdravotně nezávadná. Tento produkt nezpůsobuje zdravotní problémy a je vhodný pro výživu člověka. Na takových výrobcích je uvedena charakteristika výrobku, případně pro kterou cílovou skupinu jsou určeny. Aby potravina mohla být označena jako „bezpečná“, musí splňovat hygienická nařízení. Pro předcházení kontaminace je důležitá hygienická praxe, kdy se identifikují kritické body ve výrobě, tj. místa, kde by mohlo docházet ke kontaminaci. K analýze rizik a následné prevenci proti kontaminaci slouží HACCP (Systém pro zabezpečení zdravotní nezávadnosti potravin).

1.3.1. Hygiena a hygienický balíček

Hygienický balíček je soubor právních předpisů, které musí provozovatel potravinářského podniku dodržovat pro zajištění bezpečnosti. V hygienickém balíčku nalezneme požadavky na osobní hygienu zaměstnanců potravinářského podniku, požadavky na prostory potravinářského podniku, aby provozovatel zajistil co nejmenší množství rizik, vzniklých s přípravou a zpracováním potravin. Hygienická nařízení obsahují i nároky na přepravu, značení, požadavky na balení, aj.

Mezi nejdůležitější hygienické předpisy, které tvoří hygienický balíček, můžeme zařadit Nařízení ES č. 852/2004 o hygieně potravin (7), Nařízení ES č. 853/2004 (8), ve kterém najdeme hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. Obecné zásady a požadavky potravinového práva nalezneme v Nařízení ES č. 178/2002 (9). Poslední nařízení ES č. 882/2004 (10) se týká úředních kontrol potravin a krmiv, metody a referenční laboratoře.

2. DĚTSKÁ VÝŽIVA

Pro potraviny, které jsou určeny pro děti do tří let věku, platí přísnější požadavky na složení, dále tam je omezení na množství vitaminů, minerálních látek a jiných živin. A proto mají speciální právní předpisy. DV z hlediska legislativy patří do skupiny potravin pro zvláštní výživu (11). Patří sem například počáteční a pokračovací kojenecké mléko, ovocné, zeleninové a masozeleninové příkrmy, obilné příkrmy, sušenky aj., které jsou určeny pro kojence³ a malé děti⁴. V nařízení (EU) č. 609/2013 (12) můžeme najít definice a požadavky na složení a informace pro počáteční a pokračovací kojeneckou výživu, obilné příkrmy a potraviny pro malé děti, ale i také potraviny pro zvláštní lékařské účely a náhradu celodenní stravy pro regulaci hmotnosti.

2.1. Počáteční a pokračovací kojenecká výživa

Potraviny, které jsou určeny pro kojence během prvních měsíců života a které mají dostatek výživových požadavků až do doby, dokud nejsou zavedeny příkrmy. V tomto případě mluvíme o počáteční kojenecké výživě. Řadí se sem umělá mléka (Nutrilon, Sunar, BEBA, Hami, ...), která jsou vhodná od narození, většinu označena symbolem „1“. Tato umělá mléka mají zajistit dítěti optimální příjem živin, jako náhrada za mateřské mléko, neboť jsou složením i nutričními hodnotami podobné. Obsahují navíc vitamíny, minerální látky a probiotické látky, které tak posilují imunitní systém. Používají se převážně pokud se matce neutvoří mateřské mléko, odmítne kojit nebo ze zdravotních důvodů kojit nemůže (např. užívání léků neslučitelné s kojením). Dalším důvodem používání umělého mléka je jako tzv. „dokrm“, pokud kojenci mateřské mléko nestačí, nebo neprospívá, jak by měl.

Pokračovací kojeneckou výživou jsou většinou označována umělá mléka, která jsou vhodná od ukončeného 6. měsíce života. Tato mléka jsou rozdílná na složení od počáteční kojenecké výživy vzhledem k tomu, že jsou určena pro výživu během zavedení příkrmů, které mají většinou zeleninový nebo masozeleninový charakter. Pokračovací kojenecká výživa je i přes zavedené příkrmy stále hlavní tekutou složkou potravy.

Tato mléka jsou rozdělena do několika podskupin. Z hlediska legislativy je můžeme rozdělit v závislosti na použité bílkovině. Použitá bílkovina může být kravská, kozí, nebo výživa vyrobená z izolátu sójových bílkovin ať už samostatně nebo ve směsi s kravským mlékem a

³ Kojencem se rozumí dítě do ukončeného 12 měsíce věku

⁴ Od ukončeného 12 měsíce věku do ukončených 3 let věku dítěte

v neposlední řadě vyrobená z hydrolyzovaných bílkovin. V závislosti pak na použité bílkovině se pak může lišit například minerálů, bílkovin, ... Z hlediska trhu je můžeme zařadit do 3 skupin: a) *běžná umělá mléka* – vhodná pro kojence, kteří propívají, nejsou rizikovou skupinou pro vznik alergie a toto mléko jim nepůsobí zažívací problémy; b) *hypoalergenní mléka*, které obsahují hydrolyzované bílkoviny – úplně nebo částečně rozštěpení bílkoviny, díky čemuž jsou vhodná pro kojence, které mají alergie v rodině (ekzém, senná rýma, ...) c) *specifická mléka* – která jsou například pro předčasně narozené kojence, antirefluxní nebo třeba antikoliková mléka (13).

2.1.1. Požadavky na počáteční a pokračovací výživu

Počáteční a pokračovací mléka mohou být uváděna na trh pouze v případě, že jsou v souladu s požadavky, které jsou uvedeny v Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2016/127 ze dne 25. září 2015 (13).

Tato výživa musí splňovat požadavky na složení, které jsou uvedeny v příloze I a II, která je součástí výše zmíněného nařízení (některé vybrané hodnoty nalezneme v tabulce 1). Je zde uvedeno i několik látek, které jsou zakázané pro použití. Mezi takové látky patří například sezamový olej nebo složky, které obsahují lepek. Vhodnost složek provozovatel potravinářského podniku může v případě nutnosti prokázat studií, která bude vypracovaná podle odborných pokynů a bude mít podobu, jakou tyto studie mají (13).

Dále do základních požadavků můžeme zařadit správné označování výrobku, návod na přípravu, podmínky skladování, určení cílové skupiny, aj.

Tabulka 1: vybrané požadavky na složení počátečních a pokračovacích kojeneckých výživ

	POČÁTEČNÍ		POKRAČOVACÍ	
	Nejméně	Nejvíce	Nejméně	Nejvíce
Energie	250 kJ/100ml	293 kJ/100 ml	250 kJ/100ml	293 kJ/100 ml
Tuky	1,1 g/100 kJ	1,4 g/100 kJ	1,1 g/100 kJ	1,4 g/100 kJ
Sacharidy	2,2 g/100 kJ	3,3 g/100 kJ	2,2 g/100 kJ	3,3 g/100 kJ
Laktóza*	1,1 g/100 kJ	-	1,1 g/100 kJ	-
Vitamin D	0,48 µg/100 kJ	0,72 µg/100 kJ	0,48 µg/100 kJ	0,72 µg/100 kJ
Železo**	0,07 mg/100 kJ	0,31 mg/100 kJ	0,14 mg/100 kJ	0,48 mg/100 kJ
Sodík**	6 mg/100 kJ	14,3 mg/100 kJ	6 mg/100 kJ	14,3 mg/100 kJ

*Minimální množství se nepoužívá pro poč. kojeneckou výživu, kde izoláty sójových bílkovin představují více než 50 % celk. obsahu bílkovin nebo na které je uvedeno „bez laktózy“

**Pro výživu vyrobenou z kravského, kozího mléka nebo z hydrolyzovaných bílkovin

2.2. Příkrmy a potraviny pro malé děti

Příkrmy se zavádí většinou kolem 4. a 6. měsíce. Postupně se jimi nahrazuje čistě mléčná strava, kterou kojeneček do té doby má. Příkrmem může být kaše, zeleninový, masozeleninový, obilný nebo ovocný příkrm. Všechny tyto příkrmy se dají běžně koupit. Na obalu každého příkrmu, který je určen pro kojence, musí být uvedena informace o věku, od kterého je vhodný příkrm kojencům podávat. Tento věk se odvíjí od použitých surovin, některé jsou v ranném věku nevhodné, neboť jsou například silným alergenem (jahody, tropické ovoce, lepek, ...). Důležitou roli hraje i struktura pokrmu, jestli se jedná o pokrm, který má konzistenci kaše nebo obsahuje menší/větší kousky, nebo kvůli jiným zvláštním vlastnostem pokrmu.

Potraviny pro malé děti musí splňovat zvláštní výživové požadavky kojenců, kteří přecházejí na běžnou stravu, a malých dětí jako doplněk běžné stravy nebo při postupnému přecházení.

2.2.1. Požadavky na příkrmy pro kojence

Důležitá je čistota použitých surovin. Suroviny používané pro výrobu nesmí být napadené mikroorganismy, které vznikají přirozeně. Hlavní příčinou kontaminace je zemědělská činnost. Pokud máme obilné a ostatní příkrmy, je pro kojence a malé děti zakázáno použití pesticidů a nesmí být přítomna ani jejich rezidua. Rezidua nesmí překročit limit 0,01 mg/kg. Tato výživa musí být vyrobena pouze z produktů, na které nebyly použity některé přípravky na ochranu rostlin, které obsahují účinné látky jako je například hexachlorbenzen, omethoát aj. (kompletní seznam lze najít ve výše zmíněném nařízení⁵ v příloze IV a V). Pokud množství reziduí těchto látek nepřekračuje 0,003 mg/kg, považují se tyto látky za nepoužité pro ochranu rostlin (13).

Ve Směrnici Komise 2006/125/ES ze dne 5. prosince 2006 o obilných a ostatních příkrmech pro kojence a malé děti (14) v platném znění jsou uvedeny základní požadavky na složení. V přílohách pak nalezneme i výživové látky (vitamíny, AMK, minerální soli, ...) (14).

Při výrobě dětské výživy nesmí být použita aditiva jako jsou barviva, konzervanty ani sladidla. Povolené jsou pouze přírodní antioxidanty, lecitin, kyselina citronová nebo guma guar.

Další požadavek se týká označování potravin, kdy je důležité uvést věk, od kterého je vhodné pokrm podávat kojenci. Tento věk záleží na struktuře pokrmu, ale také na ingrediencích použitých pro výrobu, protože některé mohou být silným alergenem a jsou nevhodné pro mladší kojence. Důležité označení je, zda obsahuje příkrm lepek, energetické hodnoty, způsob skladování, přípravy, aj.

2.3. Hygienické požadavky na výrobky, s nimiž děti přicházejí do styku

Tyto výrobky musí být vyrobeny tak, že v případě běžného a předvídatelného používání jsou zdravotně nezávadné, nebo není možnost při používání žádného tělesného zranění nebo případného vdechnutí/spolknutí malých částic. Nesmí docházet ani k přenosu látek skrz kůži či sliznici, kdy by mohly způsobit nějaké zdravotní problémy. Tyto výrobky zároveň nesmí obsahovat žádné patogenní nebo podmíněně patogenní organismy. Zápach by měl být specifický dle použitého materiálu. Tyto výrobky nesmí mít dráždivé účinky na sliznici nebo kůži. Výrobky, které jsou barevné, musí projít testem odolnosti vůči roztoku, který modeluje sliny. Při výrobě plastů se nesmí používat estery kyseliny ftalátové v koncentracích vyšších než 0,1 hm %. Dále se nesmí použít organocínicí stabilizátory. Důležité jsou vyluhovací zkoušky,

⁵ Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2016/127 ze dne 25. září 2015.

kdy se plast vloží do destilované vody (na 1 dm² plochy plastu 100 ml destilované vody), ve které je 24 h při teplotě 37 °C. Jsou určeny hygienické limity migrace látek z plastu.

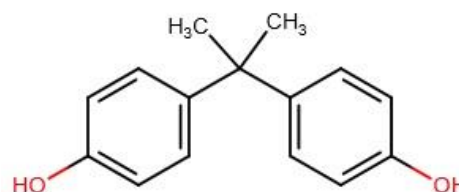
Dále existují nařízení, která se specifikují přímo na použití konkrétních látek. Mezi takové patří například bisfenol A, jehož použití v kojeneckých lahvích je od roku 2011 zcela zakázáno v rámci celé EU.

V případě této bakalářské práce se hovoří zejména o savičkách, používající se pro podání umělé mléka z lahve a plastovém nádobí, které se používá v ranném věku dítěte atd. (15).

3. KONTAMINANTY UVOLŇUJÍCÍ SE DO DĚTSKÉ VÝŽIVY

3.1. BISFENOL A

Bisfenol A (BPA) má molekulový vzorec $C_{15}H_{16}O_2$; chemická struktura je znázorněna na obrázku 1; systematický název sloučeniny je potom 4,4'-(propan-2,2-diyl)difenol. Tato pevná látka zapáchá podobně jako fenol, je bezbarvá, tvořící vločky nebo malé krystalky. Patří do skupiny organicky syntetizovaných sloučenin. Jedná se o derivát difenylmetanu, konkrétně se řadí do skupiny bisfenolů; BPA je jednou z nejznámější sloučenin, proto je občas označována pouze jako „bisfenol“. Bisfenoly jsou obecně látky, které zasahují do normální funkce žláz s vnitřní sekrecí a mohou tak narušovat přirozenou funkci hormonů. Obecně se používají pro výrobu mechanicky odolných plastů, tzv. polykarbonátů, epoxidových pryskyřic, jako antioxidant v PVC a jako látka, zastavující polymeraci v PVC (16).



Obrázek 1 – chemická struktura BPA

3.1.1. Historie používání BPA

BPA byl poprvé syntetizován v roce 1891. Syntézu provedl ruský chemik Aleksandr P. Dianin, který provedl kyselou katalyzovanou syntézu fenolu s acetonem. Tato reakce je znázorněna na obrázku 2. Díky této reakci získal název „bisfenol“, který je obecným názvem, a písmeno „A“, které nám určuje jeden z reaktantů. V tomto případě se jedná o aceton.

O pár let později, v 30. letech 20. století, byl vědci vyvinut jako estrogenní látka. Díky své chemické struktuře, která je velmi podobná hormonu estrogeneru, je schopna vzájemně působit s estrogenními receptory. Zároveň s tím bylo poznamenáno, že BPA může mít karcinogenní vlastnosti.

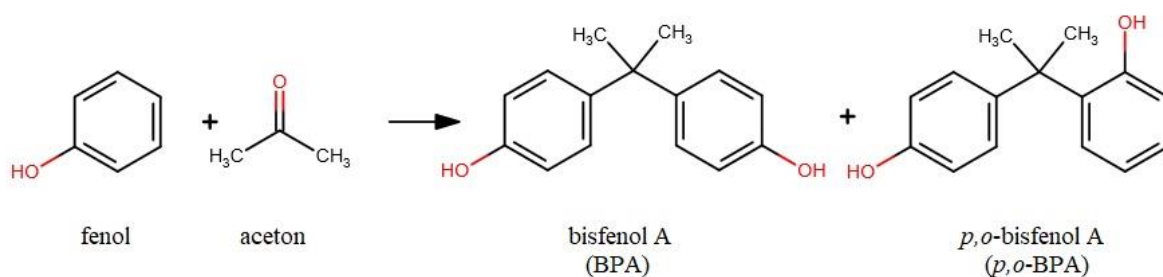
Vlastnosti BPA byly zkoumány a kolem roku 1950 bylo objeveno čisté, tvrdé plastové „sklo“, známé jako polykarbonát. Tato látka vznikla reakcí BPA s chloridem karbonylu ($COCl_2$). Pro své vlastnosti se začal používat při výrobě čirých plastů, které jsou odolné proti nárazu a mají i tepelnou odolnost.

Zároveň s polykarbonátem byla objevena syntetická pryskyřice, známá jako epoxidová pryskyřice⁶. Nelze ji pro své vlastnosti dobře rozeznat od plastů, neboť po vytvrzení je velmi odolná po chemické a tepelné stránce, přilnavá, tvrdá a tvarově stálá. Nejběžněji vznikají

⁶ Pryskyřičná látka s více než jednou epoxidovou vazbou

epoxidové pryskyřice alkalickou polykondenzací bisfenolu A a epichlorhydrinu, často známým jako chlorový epoxid (17 – 19).

V průběhu dalších let byl zkoumán pro případný vznik karcinomu u lidí. Testy, které byly prováděny v 70. letech 19. století na zvířatech doktorem Frederickem vom Saal prokázaly, že BPA způsobuje vážné poškození mužských pohlavních orgánů. Během experimentu byly podávány nízké dávky BPA (50 mg/kg). V letech 2010 byla Světovou zdravotnickou organizací (WHO) přezkoumána karcinogenita bisfenolu A. Ta, kvůli nedostatku klinických studií, nebyla prokázána. I přes to probíhalo několik studií, které se zaměřovala na zkoumání karcinogenity BPA zahrnující i vývoj před porodem, neboť touto částí se studie WHO nezabývala (17; 18).



Obrázek 2 – reakční schéma syntézy BPA (19)

3.1.2. Vlastnosti a výskyt BPA

Plasty obsahující BPA polykarbonát jsou velmi lehké, opticky čisté, ale silné a stabilní. Tyto plasty můžeme najít v ochranných pomůckách jako jsou například bezpečnostní brýle nebo ochranný štít u helmy na motorku. Došlo na uplatnění i v medicíně, kdy je můžeme najít v přístrojích pro mimotělní oběh, inkubátorech, v zubní medicíně, dále i v elektronice, při výrobě plastových hraček nebo plastového nádobí pro malé děti. Díky odolnosti vůči teplu mohou být vystaveny vysokým teplotám jako je ohřev v mikrovlnné troubě. Této vlastnosti se využívá při výrobě plastových dóz. V neposlední řadě ho můžeme najít i v kompaktních discích nebo termopapírech, které se používají například v obchodech jako účtenky.

Z hlediska potravinářství se BPA vyskytuje v již zmíněných dózách na potraviny, v lahvích na balenou vodu, aj. Dříve bylo možné najít polykarbonát i v kojeneckých lahvích. Od roku 2011 však platí v EU zákaz výskytu BPA v lahvích určené pro kojence a jejich uvádění na trh.

Bisfenol A je jedna ze složek pro výrobu epoxidových pryskyřic. Ty se používají například i jako ochranná vrstva na vnitřní straně plechovek nebo v plastových lahvích a tím prodlužují trvanlivost produktů (16).

3.1.3. Průnik BPA do potravního řetězce

Kontaminace bisfenolem A nevzniká během technologického procesu zpracování potravin, ale do potravin a nápojů se dostává migrační cestou z obalových materiálů. Například při několikanásobném používání lahví na vodu se vlivem chemických a mechanických činitelů postupně uvolňuje BPA do obsahu lahve. Doktor Frederick vom Saal ve svém videu ukazuje, že pokud budeme ohřívat například tomatovou omáčku v plastové dóze, která obsahuje BPA, kyselina, kterou tato omáčka obsahuje, degraduje plast a bisfenol se z plastu dostává do jídla, které poté konzumujeme.

Druhá cesta kontaminace může být přes kosmetické výrobky, prachem v ovzduší, který může prostupovat skrze pokožku, a vdechováním. Ke kontaminaci nemusí docházet migrační cestou z kojenecké lahve nebo například z plastových dóz. Může vzniknout i v průběhu přesunu látky plastovými trubkami (22 – 25).

3.1.4. Vliv na zdraví

Doktor F. vom Saal v 70. letech zjistil po testování na zvířatech, že BPA způsobuje hluboké poškození mužských pohlavních orgánů, poškození mozku, rakovinu prsu a prostaty aj. (20).

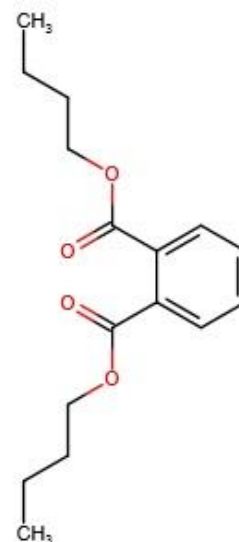
Díky estrogenní aktivitě BPA existují nejistoty s potenciálními účinky na zdraví prsní žlázy, reprodukční, imunitní, metabolický a nervový systém (21).

I přes fakt, že žádná ze studií neprokázala karcinogenitu nebo negativní vliv na zdraví, protože expozice BPA je nižší než t-TDI⁷, bylo předběžně na základě opatrnosti v roce 2011 zakázáno použití BPA v kojeneckých lahvích. Zákaz se týká všech členských zemí EU. Dále by se neměl vyskytovat v polykarbonátových hrnečcích na pití a obecně v plastovém nádobí pro malé děti. Migrační limit pro materiály obsahující BPA byl stanoven na 0,6 mg BPA na kg potravin (21).

⁷ Dočasný denní tolerovaný příjem

3.2. DIBUTYLFTALÁT

Dibutylftalát (DBP) je ester kyseliny ftalové. Molekulový vzorec má $C_{16}H_{22}O_4$. Strukturní vzorec je zobrazen na obrázku 3. Registrační číslo CAS 84-74-2. Je to kapalná, olejovitá, bezbarvá až světle žlutá, hořlavá chemická sloučenina zapáchající po esteru. Je špatně rozpustný ve vodě, za to se dobře rozpouští v organických rozpouštědlech jako je například aceton nebo alkohol. Dibutylftalát je též známý jako dibutyl-n-ftalát. DBP je stabilní za běžných podmínek skladování. Používá se například jako změkčovadlo plastů, činidlo proti pění, jako rozpouštědlo barviv, která jsou rozpustná v olejích (22; 23).



Obrázek 3 – strukturní vzorec DBP

3.2.1. Vlastnosti a výskyt

Díky bodu varu, který je okolo $340\text{ }^{\circ}\text{C}$, je to látka velmi stabilní při běžných podmínkách. DBP se využívá jako změkčovadlo v různých odvětvích jakými jsou například laky, plasty atd. Můžeme ho najít v kosmetice, léčivech, dětských hračkách nebo například v savičkách u kojeneckých lahví/šidítkách, ale také v potravinářských výrobcích. Do styku s DBP můžeme přijít i v případě bezpečnostních skel nebo používáním ochranných rukavic. Dříve se používal v některých lacích na nehty, roku 2006 byl z nich odstraněn z důvodu podezření na teratogenitu. Použití DBP je povoleno v případě, že se jedná o materiál/výrobek, který je určený pro opakované použití. V případě materiálů na jedno použití je podmínka, že nesmí přicházet do styku s tukovými potravinami. V případě kontaktu s kojeneckou výživou je zakázáno tuto látku použít (24).

3.2.2. Vliv na zdraví

Z epidemiologických studií můžeme vyčíst náznak, kdy spolu souvisí expozice dibutylftalátem a vývoj diabetu II. typu. Testy byly provedeny na myších, kdy byly vystavovány orálnímu podání látky v množství 0,5; 5 a 50 mg/kg/den. Tento pokus trval 7 dní, byl kombinován s dietou s vysokým obsahem tuku a injekčně podávanými nízkými dávkami streptozotocinu⁸. Výsledky ukázaly, že DBP zhoršuje diabetes II. typu tak, že narušuje inzulínovou signální dráhu a poškozuje sekreci inzulínu (25). Tato chemikálie stejně, jako BPA, diethylftalát, dimethylftalát a jiné narušují činnost žláz s vnitřní sekrecí, tj. vyměšování

⁸ Diabetologicky nejvýznamnější chemické činidlo, které se používá při výzkumu diabetes – indukuje diabetes u pokusných zvířat

hormonů přímo do krve, které se podílí na redukci hmotnosti a glukózové homeostáze (normální hladině glukóze v krvi) (26).

Byl prokázán vliv na reprodukční systém jak *in vitro*, tak v živém organismu. Bylo prokázáno, že DBP mění přirozenou funkci žlázy a podílí se na deregulaci buněčného cyklu prostaty.

Akutní toxicita je i při velmi malých dávkách. Velmi málo přispívá k podráždění pokožky nebo očí, neboť je lidská kůže méně propustnější než kůže potkanů. U několika lidí byla zaznamenána zvýšená citlivost po její expozici. Mezi příznaky po požití DBP patří nevolnost, zvracení, závratě, bolesti hlavy, aj, které do 2 týdnů zcela odezněly.

U dětí vojáků, kteří byli vystavováni denně DBP (aplikace ve formě akaricidu přímo na oblečení, aby se zabránilo tvorbě klíš'ového tyfu), byl zvýšený výskyt rakoviny prsu a vrozeného rozštěpu močové trubice, ta se vyskytovala hlavně u chlapců. Dále se u chlapců objevoval kryptorchismus⁹.

DBP je látka, která silně znečišťuje ovzduší. Může unikat v průběhu technologického procesu nebo se samovolně uvolňovat z konečných produktů.

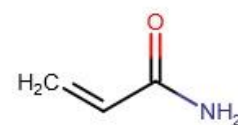
Koncentrace DBP, kterou můžeme najít v hračkách, dětských produktech nebo v materiálech, které přicházejí do přímého kontaktu s potravinami, nesmí být větší než 0,1 % hm (31 – 34).

⁹ Nesestouplá varlata u chlapců

4. KONTAMINANTY VZNIKAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝM POSTUPEM

4.1. AKRYLAMID

Prop-2-enamid (obrázek 4) patří mezi organické sloučeniny a je známá především jako akrylamid. Vzniká jako produkt při technologickém procesu, zejména při úpravě potravin nebo přípravě pokrmů za vyšší teploty. Je známý jako monomer, ale snadno podléhá polymeraci. Tato sloučenina je klasifikována u člověka jako karcinogen, a proto byla vydána doporučení Evropské Komise¹⁰.



Obrázek 4 –
Akrylamid

4.1.1. Vlastnosti akrylamidu

Vyskytuje se převážně jako bílá krystalická látka nebo vodný roztok, bez zápachu. Řadí se mezi látky s amfoterním charakterem, tj. má zásadité, ale i kyselé vlastnosti. Můžeme ho rozpouštět například ve vodě, metanolu, acetonu, ale nerozpustíme ho v organických rozpouštědlech, které jsou nepolárního charakteru, jako například benzen nebo heptan. Je to látka stabilní v běžných podmínkách, za standartního tlaku a pokojové/laboratorní teploty. Při zahřátí na teplotu tání vzniká polyakrylamid (27).

4.1.2. Vznik akrylamidu

Akrylamid v potravinách vzniká během tepelného zpracování jako důsledek Maillardových reakcí. Přibližná teplota je kolem 120–170 °C, avšak může vznikat už i při 100 °C. V bramborách a obilovinách je hlavní aminokyselina, která rozhoduje o vzniku akrylamidu, neesenciální asparagin. Tyto reakce probíhají během skladování a zpracování potravin. Do potravin se může dostat také z vnějšího prostředí (kontakt s obalovým materiálem) (28).

Akrylamid může vznikat z lipidů, kdy dochází k rozkladu na glycerol, který díky dehydrataci tvoří akrolein, který se dále oxiduje za vzniku akrylamidové kyseliny. Po reakci s amoniakem (například reakcí s asparaginem, glutaminem) vzniká akrylamid. Tato reakce probíhá u potravin bohatých na lipidy

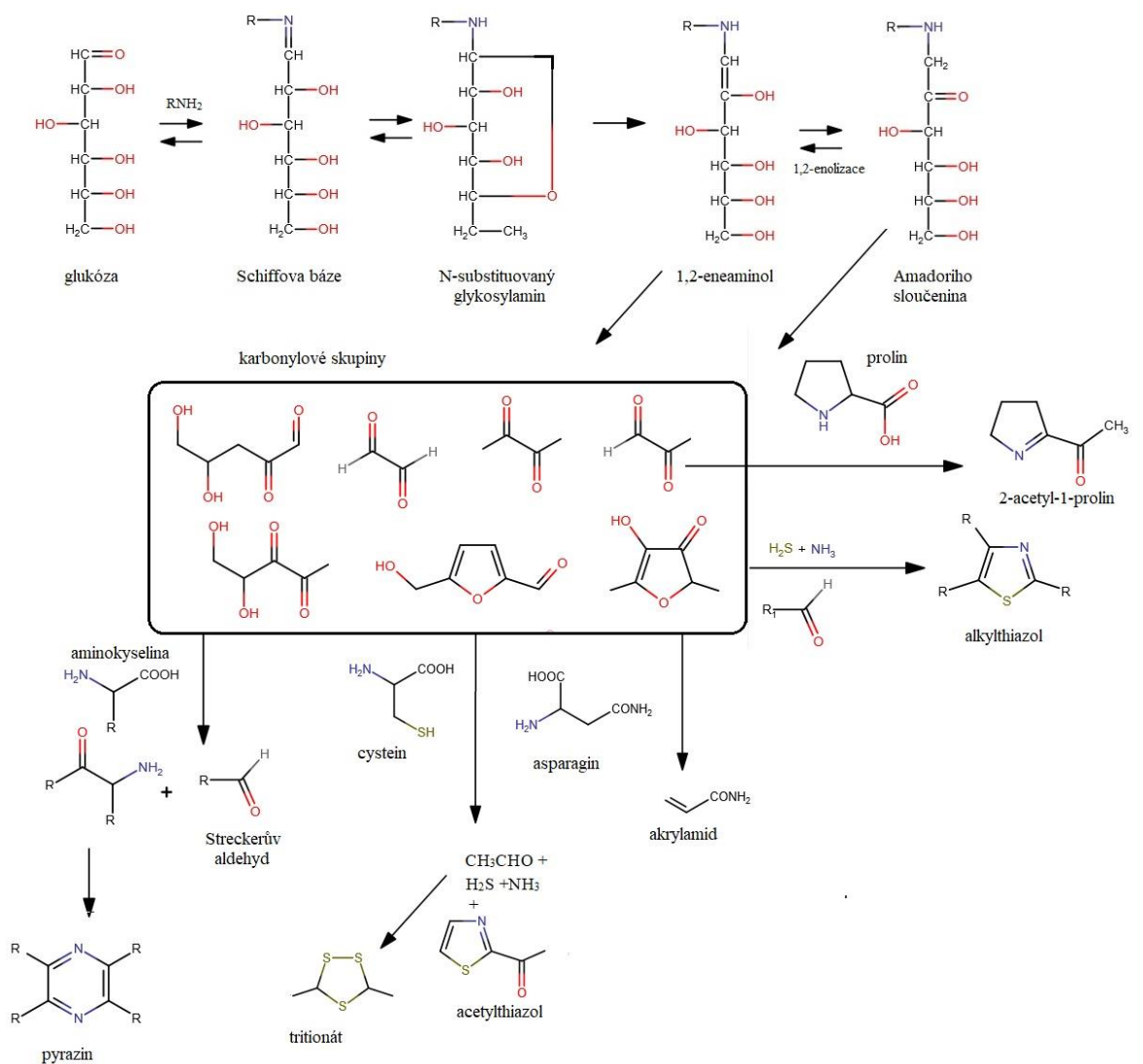
Maillardovy reakce (MR) jsou nejrozšířenější reakce během zpracování potravin. Známe je jako „reakce neenzymového hnědnutí“. MR mají velký význam pro charakteristickou chuť,

¹⁰ DOPORUČENÍ KOMISE ze dne 8. listopadu 2013 o zkoumání množství akrylamidu v potravinách

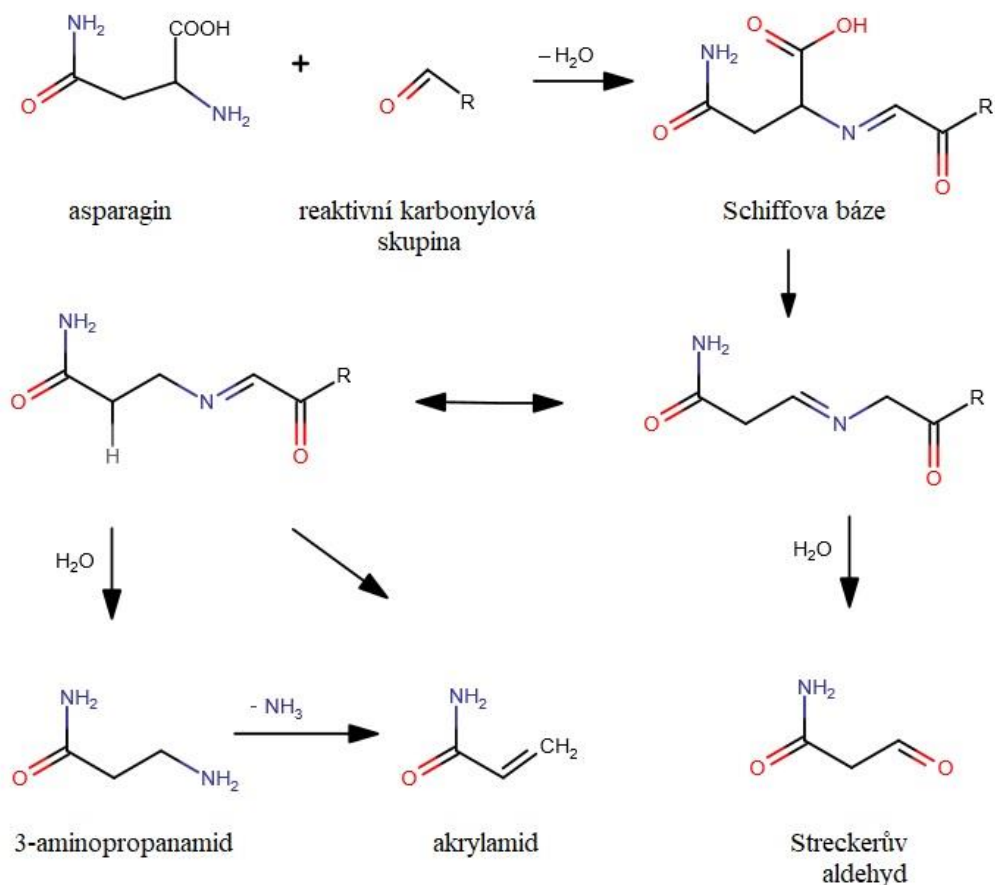
vůni a barvu potravin. Jedná se o velmi složité reakce, což naznačuje obrázek 5, mezi volnými aminokyselinami nebo bílkovinami a redukujícími cukry (29).

K těmto reakcím dochází reakcí reaktivní karbonylové skupiny cukru nukleofilní aminoskupinou. Touto reakcí vznikají Schiffovy báze, ze kterých následně vznikají přes meziproducty produkty akrylamid a Streckerův aldehyd (obrázek 6). Dochází k nim během procesů, které probíhají za vyšších teplot jako je vaření, pečení a konzervování potravin, aj. Mohou být doprovázeny sníženou nutriční hodnotou a tvorbou toxických sloučenin jako jsou například akrylamid nebo furan.

Tyto reakce probíhají i v lidském těle. Čím delší je biologický poločas bílkovin, tím víc je produktů MR. Důležité je stáří a odolnost proteinu v těle a koncentrace glukózy (30).



Obrázek 5 – schéma Maillardových reakcí (31)



Obrázek 6 - Vznik akrylamidu reakcí aminokyseliny asparaginem s karbonylem vznikající Maillardovými reakcemi (32)

4.1.3. Výskyt akrylamidu

Akrylamid se nachází ve smažených bramborových lupínkách, bramborových hranolkách a jiných výrobcích z brambor, které podléhají vyšším teplotám. Dále v cereálních výrobcích, bílém pečivu, ale i v kávě. Důvodem je přítomnost asparaginu, což je hlavní aminokyselina brambor. Ta je rozhodující při produkci akrylamidu během tepelného zpracování. Akrylamid se vyskytuje v DV, která je z obilovin, ale i příkrm obsahující med nebo sladidlo, může obsahovat zvýšené množství akrylamidu. Hlavním zdrojem pro kojence a malé děti mohou být sušenky.

Pokud bude sušené ovoce zpracováno při teplotách vyšších než 100 °C, může zde též vznikat jako procesní kontaminant, a to ve velmi vysokých koncentracích.

Jako polymer má uplatnění v chemicko-technologickém průmyslu například jako těsnící materiál při stavbě tunelů, pro zpevnění půd při stavbě silnic, pojivo v papírenském průmyslu,

v obalových materiálech, ale i při výrobě kosmetických produktů. Významné uplatnění našel i ve vědeckých oborech v elektroforéze jako polyakrylamidový gel.

4.1.4. Vliv na zdraví

Do těla se může dostat přes kůži, vdechnutím a v případě, že je v potravíně přítomen jako procesní kontaminant, také s potravou během konzumace. Akrylamid se jako mnoho dalších látek, ať už těch mající kladný vliv na naše zdraví nebo zdraví poškozující, může dostat z těla matky až do placenty. Ta vyživuje plod v prenatálním věku. Později může být podáván kojenci například jako součást mateřského mléka, pokud matka kojí.

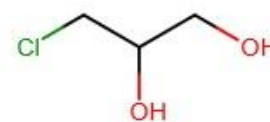
U zvířat bylo prokázáno, že má akrylamid toxické, neurotoxické a karcinogenní účinky. Díky své hydrofilní povaze může pronikat do celého těla, a tak tvořit zhoubné rakovinné nádory v celém těle. I přes fakt, že se nikdy nepodařilo prokázat vznik karcinogenity u lidí, kteří konzumují potraviny s vyšším obsahem akrylamidu, je tato látka klasifikována Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny jako karcinogen.

Dále bylo prokázáno, že hlavním centrem u zvířat pro vznik toxicity byl centrální nervový systém. Byly napadány hlavně periferní nervy, nervová zakončení v mozkové kůře. Tato nervová zakončení jsou důležitá při učení, pro paměť, pomáhají k pochopení, jsou důležité pro řeč aj. Lidé mohou mít neurotoxické potíže, které se mohou projevat například třesem ruky, zhoršenou koordinací nebo například mravenčením končetin.

Nebyl prokázán vliv akrylamidu na reprodukční schopnosti lidí, ale ani zvířat (33).

4.2. 3-CHLORPROPAN-1,2-DIOL

3-chlorpropan-1,2-diol, známý jako glycerol α -chlorohydrin, a jeho estery je látka, která je derivátem chlorovaných uhlovodíků. Molekulový vzorec sloučeniny je $C_3H_7ClO_2$, strukturní vzorec znázorňuje obrázek 7. Molární hmotnost 110,537 g/mol a má přidělené mezinárodně uznávané číslo CAS 96-24-2. V potravinách se objevuje ve své volné formě, ale i ve formě esterů s vyššími mastnými kyselinami. Tato sloučenina je zařazena mezi procesní kontaminanty, neboť vzniká během výroby potravin jako nežádoucí produkt (34).

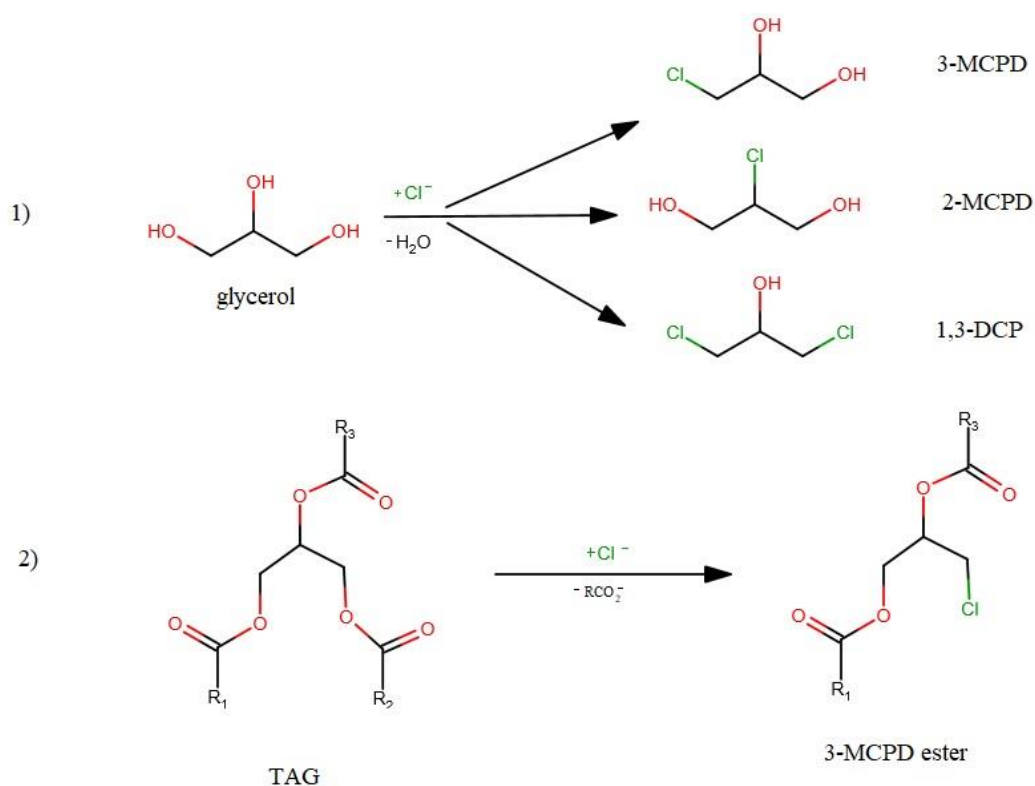


Obrázek 7 – 3-MCPD

4.2.1. Vlastnosti, vznik a výskyt 3-MCPD

Bezbarvá kapalina s bodem varu kolem 146 °C a bodem tání -40 °C. Má větší hustotu než voda. 3-MCPD se řadí mezi látky, které pohlcují nebo udržují vlhkost, a proto je i rozpustný ve vodě. Je citlivý při dlouhodobém vystavení vzduchu a při zahřátí, které není tak snadné, mohou vznikat výpary, které jsou při smíchání se vzduchem explozivní. Při kontaktu s kovy se může vyvíjet vodík v plynném stavu. Glykoly se podrobují rozkladu s asi 70% kyselinou chloristou.

Reakcí lipidů, které se přirozeně vyskytují v potravinách, s chloridy nebo kuchyňskou solí, která je přidána záměrně, vzniká při běžných tepelných úpravách. Obrázek 8 (reakce 1) popisuje reakci glycerolu s chloridovým iontem za vzniku 3-MCPD, 2-MCPD a 1,3-DCP. Jako meziproducty vznikají 3-MCPD estery s vyššími mastnými kyselinami, tato forma je nazývána jako „vázaná forma“. Vznik 3-MCPD esterů zobrazuje druhá reakce na obrázku 8 (reakce 2). Množství volného 3-MCPD bývá mnohonásobně menší než množství jeho esterů v potravinách. Vytváří se zejména během rafinace olejů, kdy ze surového oleje dochází k odstranění látek, které jsou nežádoucí (např. barevné látky, zbytky mechanických nečistot, zbytky vody, pachové složky, aj.) (33 – 36).



Obrázek 8 – vznik MCPD reakcí glycerolu a vznik jeho esterů z triacylglycerolu (35)

3-MCPD mohou vznikat i v domácnosti při vaření, ohřívání, grilování.

Vázanou nebo volnou formu 3-MCPD můžeme najít ve zpracovaných potravinách a rostlinných olejích. Mezi hlavními zdroji příjmu jsou omáčky a výrobky na sójové bázi. Mezi další zdroje můžeme zařadit v některých zemích i nudle nebo chléb, které jsou významné ne pro svůj vysoký obsah této látky, ale kvůli vyšší konzumaci v dané zemi. Dále se může v malém množství vyskytovat u potravin, které jsou tepelně zpracovány, v mase a mléčných výrobcích (36).

4.2.2. Vliv na zdraví

Pro svou toxicitu, podezření na karcinogenitu a možnost nevratného poškození DNA (genotoxicitu), je jeho výskyt v potravinách monitorován. 30. května 2001 stanovil Vědecký výbor pro potraviny nový tolerovaný limit denního příjmu této látky na 2µg/kg tělesné hmotnosti.

Při krátké expozici touto sloučeninou dochází k podráždění očí a dýchacího traktu. Zároveň může mít negativní vliv na centrální nervovou soustavu. Dlouhodobým vystavením touto látkou může mít za následek poškození ledvin, kdy byly zjištěny nádory u experimentálních zvířat, což nemusí mít pro člověka význam. Dále byla z testu na zvířatech zjištěna pravděpodobnost toxických účinků na reprodukci nebo vývoj.

Experti EFSA¹¹ přehodnocovali vliv dlouhodobých nepříznivých účinků na ledviny a mužskou neplodnost. Úrovně spotřeby 3-MCPD v potravinách jsou pro většinu spotřebitelů považovány za bezpečné. Mezi skupinami mladšího věku existuje potenciální riziko zdravotních problémů, pokud dítě dostává více, než je bezpečnostní limit.

Vdechnutí, požití nebo kontakt s kůží chemikálií 3-MCPD jako takovou může způsobit vážná zranění až smrt. Při požáru mohou vznikat dráždivé, žíravé až toxické plyny (37).

¹¹ z ledna 2018

4.3.FURAN

Patří mezi heteroaromáty, heterocyklické organické látky. Jako heteroatom v pětičlenném kruhu je v případě furanu kyslík (viz. obrázek 9). Systematické názvosloví heteroatomů je poměrně složité, v praxi se používají triviální názvy nebo polosystematické názvosloví. Vzorec furanu je C_4H_4O . Furan a jeho deriváty můžeme najít přirozeně v potravinách a nápojích. Hlavní potravinou, se kterou je spojován, je káva.



Obrázek 9 – schéma furanu

4.3.1. Vlastnosti furanu

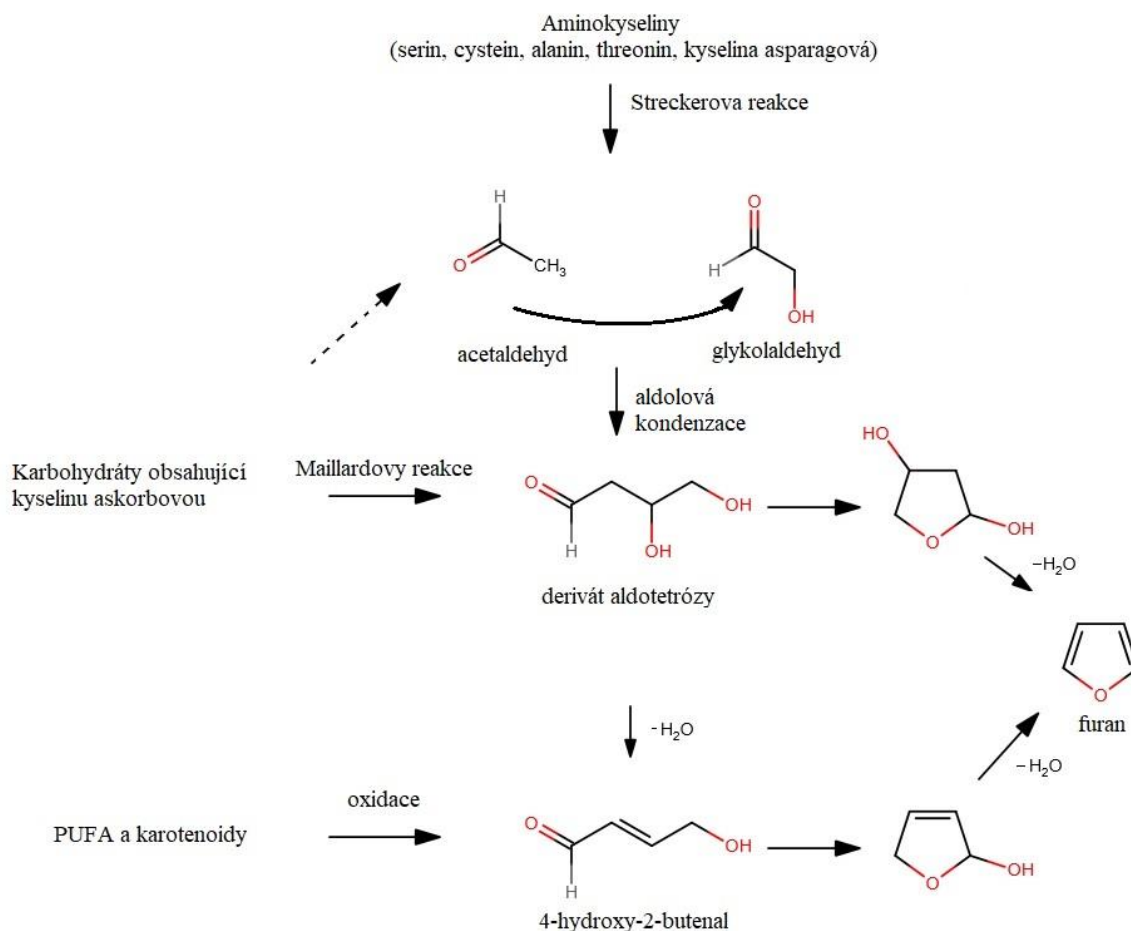
Furan je čirá bezbarvá kapalina, která se během stání zbarvuje do hněda. Změnu zbarvení můžeme ovlivnit nebo zpomalit přidáním malého množství vody. Má silný éterický odér. Bod varu při 101,058 kPa, což je téměř standardní tlak, je velmi blízký pokojové teplotě, přibližně 32 °C, a bod tání má tato sloučenina kolem -90°C. Mezi další vlastnosti patří například menší hustota než voda. Je nemísitelný s vodou a jeho páry jsou těžší než vzduch. Dobře rozpustný je v ethanolu, etheru, acetonu a benzenu, omezeně v chloroformu (38).

4.3.2. Vznik a výskyt

Furan vzniká při tepelném záhřevu. Bylo prokázáno, že se hromadí převážně v tepelně zpracovaných konzervovaných nebo zavařených potravinách. I přes fakt, že se v těsnících kroužcích, které obsahují epoxidové oleje, tvoří určité množství furanu, nemá to vliv na kontaminaci potravin. Rizikovou skupinou jsou kojenci a malé děti, které dostávají obilné/masozeleninové příkrmy během přechodu z mateřské nebo umělého mléka na kašovitou a postupem času pevnou stravu, ale též můžeme najít furan i ovocné kojenecké výživě (39).

Furan může vznikat několika cestami (některé jsou znázorněny na obrázku 10). Jedna z nich je tepelná degradace určitých aminokyselin jako je například asparagová, serin, cystein; další je tepelná degradace nebo přeskupení sacharidů za přítomnosti AMK; oxidace kyseliny askorbové za vysokých teplot nebo poslední oxidace polynenasycených mastných kyselin a karotenoidů. Vzniká v důsledku Maillardových reakcí (viz. akrylamid) redukcí cukrů jako je například glukóza, laktóza a vzniká např. zahřátím fruktózy již na 80 °C v lehce kyselém pH za použití fosfátového pufru a při 100 °C bez použití pufru. Tvorba furanu se zvyšovala s rostoucí teplotou i pH. Furan se v závislosti na změnách teploty a pH se může tvořit různými cestami (40; 41).

Kontaminace furanem může být například pitím kávy u dospělých lidí. Důležitější jsou mléčné produkty, těstoviny, rýže, ovoce a brambory (42).



Obrázek 10 – schéma možného vzniku furanu v potravinách (43)

4.3.3. Vliv na zdraví

Furan a methylfuran může vést k dlouhodobému poškození jater u potkanů a myší. Pro lidské zdraví je konečný kritický bod vzniku karcinogenů na ledvinách. Ve vysokých dávkách způsobil i změny ve struktuře chromozomů. Je považován nejen za karcinogen, ale také za sloučeninu, která způsobuje změnu genetického kódu. Doporučená dávka byla stanovena na 0,96 mg/kg tělesné hmotnosti/den (41; 44).

5. VÝSKYT VYBRANÝCH KONTAMINANTŮ V DV

Vzhledem k úplnému zákazu použití bisfenolu A v plastech určených pro kojence a malé děti, kontaminace migrační cestou by neměla být možná. Přesto se však dělají testy na migraci látek z plastových lahviček určené pro kojence, kteří nemohou být kojeni. Tyto testy dokazují, že migrační limit látek je vždy pod hranicí maximálního denního příjmu. U dětí ve věku 0–9 měsíců nepřesahoval maximální hodnotu TDI 4 pg WHO-TEQ¹²/kg. U dětí mladších 4 měsíců tato dávka byla 2 pg WHO-TEQ/kg za den. Což nám ukazuje, že děti, které nejsou kojené, nejsou vystavovány větší expozici kontaminantu BPA než děti kojené (45).

Koncentrace kontaminantů byla prověřována u práškových, ale i u tekutých kojeneckých výživ. DBP ve zkoumaných vzorcích byly mezi 0,008 a 1,297 µg/g (střední hodnota 0,053 µg/g). U bisfenolu A byla získána střední hodnota 0,015 µg/g. Tyto koncentraci se v závislosti na typu vzorku od sebe nelišily a ukazují potenciál nebezpečí. Kontaminace souvisí nejspíše z migrací látky z kontejneru během přepravy (46).

V posledních letech, v roce 2017, byl furan nalezen na španělském trhu. Byl zjištěn celkem v 76 pokrmech pro kojence a malé děti. Vyskytoval se jak v kojenecké výživě, dětských cereáliích, ovocných přesnídávkách, ale i v zeleninových, masozeleninových příkrmech, tak u těch, které obsahují ryby. Nejnižší koncentrace byla nalezena v kojenecké výživě, kde se hodnoty pohybovaly kolem 0,02–0,33 ng/ml. Naopak nejvyšší koncentrace vykazoval příkrm obsahující ryby. Zde byly naměřeny koncentrace 19–84 ng/g. Množství furanu se snížilo až o 35 %, pokud byl pokrm ohříván doma na vodní lázni. Nebyly zjištěny žádné zdravotní komplikace spojené s konzumací této dětské výživy. O pár let dřív byla též ve Španělsku studována přítomnost furanu v DV na bázi ovoce a zeleniny. Byl zde naměřen vyšší limit, který se pohyboval u DV na bázi ovoce v rozmezí od 7,7–32,1 µg/kg. V zeleninových příkrmech byl výskyt vyšší, kolem 10,9–143 µg/kg. To mohlo být způsobeno větší degradací kyseliny askorbové nebo způsobeno hodnotou pH (43; 46; 47).

Hodnoty akrylamidu v Estonsku byly zjišťovány mj. i ve vzorcích DV na bázi zeleniny, obilovin. V zeleninových příkrmech byla koncentrace akrylamidu 65 µg/kg. Obilné příkrmy obsahovaly pouze 42 µg/kg. Průměrné množství kontaminantu bylo v rozmezí 30–65 µg/kg. Tyto hodnoty byly vyšší a naznačovaly potřebu snížit množství akrylamidu v potravinách pro kojence, hlavně v zeleninových příkrmech (47).

¹² Toxic equivalent quantity = toxické ekvivalentní množství

Kontaminace procesním kontaminantem 3-MCPD byla v posledních letech sledována hlavně v Americe. Vysoké koncentrace byly zaznamenány v kojenecké výživě, a to jako důsledek použití rafinovaných rostlinných olejů, které mohou obsahovat vysoké hladiny těchto kontaminantů. Byla provedena analýza kojenecké výživy, která se vyskytuje na brazilském trhu. Výsledky dosahovaly v nejhorším případě 5,81–10,46 g/kg tělesné hmotnosti/denní příjem. Tyto hodnoty mohou být rizikem pro zdraví kojenců. Dále byla provedena analýza 98 vzorků kojeneckých potravin, které byly zakoupeny v rámci USA. Zde byl rozdíl v použití palmového oleje. Vzorky, které obsahovali palmový olej měly nejnižší koncentraci vázaných 3-MCPD (48; 49).

6. MINIMALIZACE RIZIK VZNIKU KONTAMINACE

Plast nemusí obsahovat BPA pouze v případě, že je nahrazen nějakou jinou látkou. I přesto, že neexistuje rovnocenná náhrada za BPA o které by se vědělo, že nemá nepříznivý vliv na lidské zdraví, je bisfenol S nejpravděpodobnější náhradou za BPA. Podle výboru pro posuzování rizik bylo ale prokázáno, že BPS může být stejně toxický a mít též nepříznivé účinky na zdraví jako BPA a měla by se věnovat pozornost na případnou praxi při nahrazování bisfenolu a. Pokud kupujeme plast, který má na sobě „BPA free“ neznamená to, že plast je neobsahuje žádné bisfenoly, ale že je pouze nahrazený BPA za BPS (50; 51). V případě, že se úplně chceme vyhnout bisfenolu a jeho případné kontaminaci, neměli bychom používat věci, které jsou vyrobeny z plastu a přicházejí do kontaktu s potravinami.

Pokud nahradíme konzervované pokrmy za čerstvé případně mražené, získáme nejen lepší chuť, ale také se vyhneme případně kontaminaci BPA obsažen v nátěru na vnitřní straně plechovek. Omáčky, které obsahují například rajčata, nebo ovocné džusy jsou méně kontaminované, pokud jsou ve skleněných nebo kartonových obalech, neboť z nich se BPA neuvolňuje vůbec nebo v naprosto zanedbatelném množství, takže jsou bezpečnější. V případě ohřívání jídla v polykarbonátových plastech, se při ohřevu uvolňuje BPA též. Proto je dobré používat již zmíněné skleněné nebo porcelánové nádoby. Obdobná opatření jako byla u BPA platí i u DBP.

Furan v DV, konkrétně v masozeleninových příkrmech nebo v obilných příkrmech, které jsou určeny k ohřátí a podávání, můžeme díky těkavosti sloučeniny snížit o 10–15 %, při ohřevu bez víčka ve vodní lázni. Vzhledem k zajištění mikrobiální čistoty, kterou se získává například zavařováním příkrmů, kdy zároveň vzniká nebezpečný furan, byl zkoumán ohmický ohřev.

Tento ohřev se řadí mezi rozvíjející se technologie pro zpracování potravin. Pracuje na bázi zahřívání celého výrobku, rovnoměrně, pomocí elektrického proudu. V tomto případě došlo ke snížení furanu až o 70–90 % v porovnání s klasickou sterilizační metodou. Ve vzorku, které obsahovalo maso, se díky ohmickému ohřevu bylo množství furanu dvakrát menší než tam, kde bylo připravováno klasickou cestou. Díky ohmickému ohřevu kleslo množství produktů vznikajících během Maillardových reakcí. Použitím ohmického ohřevu dochází ke zkrácení doby v porovnání se sterilizací. K redukci vzniku furanu je možno použít i vysoko hydrostatický tlak, který snižuje vznik kontaminantu (52).

Akrylamid můžeme omezit správnou přípravou pokrmu. Příručka, která navrhuje změny v technologických postupech tak, aby docházelo k co nejmenší kontaminaci akrylamidem, se nazývá „Acrylamide toolbox“ (53). Tyto příručky jsou vydané pro hranolky, sušenky a kreky, chléb, aj.

Metody ke snížení akrylamidu mohou být například dobrý výběr surovin, které nemají potenciál tvořit akrylamid během úpravy, nebo snížení teploty během pečení. Toto pečení pak probíhá delší dobu, což může mít u pekárenských výrobků za následek menší množství těsta, jinou chuť nebo i strukturu produktu. Produkt bude světlejší barvy. Zabraňuje se tak hnědnutí kůrky. Barva může být problém, neboť se může stát, že finální výrobek bude nedopečený a během skladování začnou tvořit mikroorganismy, které mohou mít negativní vliv na lidské zdraví. Se snížením teploty a zvýšením doby během pečení klesá i nutriční hodnota výrobku. Pokud se v běžné receptuře používá kypřících látek, například v tvrdých sušenkách, můžeme místo kypřících látek jako je hydrogen uhličitán amonný použít jako alternativu difosforečnan sodný s hydrogenuhličitanem sodným nebo vinan draselný v kombinaci s uhličitanem draselným. Přidání vápenatých solí, nahrazení fruktózy za glukózové sirupy, používáním menšího množství celozrnné mouky vede též ke snížení tvorby akrylamidu konkrétně v pečivu. Náhrada za celozrnnou mouku může být například mouka rýžová (54; 55).

U snídanových cereáliích není možné si vybrat obilná zrna s nízkým obsahem asparaginu. Ten se tvoří v závislosti na druhu, ale také klimatických podmínkách a podmínkách, ve kterých je pěstován. Důležité je při zpracovávání těchto zrn omezit použití redukujících cukrů, které způsobují, že cereálie ztmavnou. Při přidávání sušeného ovoce jako jsou švestky nebo hrušky, nebo přidáním silně opražených mandlí se nám množství akrylamidu zvyšuje. Výběr obiloviny specifikuje množství akrylamidu ve výsledném produktu (56).

U výrobků z brambor, tj. bramborových lupínků a hranolek, je důležité i skladování v teplotách nižších než 6 °C ochrana před studeným vzduchem a mrazem. Skladováním pod 6 °C dochází k degradaci škrobu a brambory jsou ve finále sladké, což mají za následek vzniklé dextriny. Důležitý faktor je i výběr správné odrůdy, tj. odrůdy, která obsahuje nejméně cukrů, při skladování to pak je potlačení klíčení, kdy se používají vhodné přípravky. Silnější plátek pak vyžaduje delší tepelný příkon, než se vytvoří finální produkt, proto se doporučuje dělat slabší plátky. Odpovídajícím škrábáním a promytím lupínků v teplé vodě odstraníme přebytečné cukry. Hranolky, které jsou hruběji nakrájené obsahují méně akrylamidu, než lupínky, které mají povrchovou plochu pro jeho tvorbu větší. Blanširováním, což je krátké povaření ve vroucí vodě, můžeme docílit snížení redukujících cukrů před smažením. Snížení může dojít i v případě, že ihned pro blanširování přidáme difosforečnan sodný, který snižuje obsah kontaminantu pomocí pH efektu.

Při smažení by měla být výsledná barva žlutá nebo zlatavá, Čím tmavší, tím více akrylamidu vzniklo (57).

Mezi další možnosti, jak omezit vznik akrylamidu a furanu nebo alespoň omezit jejich množství na minimum, je vakuové smažení. Smažení tak probíhá za menších teplot, je rychlejší a sniží se i množství použitého oleje. Smažení v tomto případě probíhá, jak už název napovídá, ve vakuu a to za mnohem nižších teplot.

V případě, že budeme mluvit o minimalizaci rizika kontaminace 3-MCPD a jeho estery, doporučuje se použití fermentace, díky které se snižuje riziko vzniku. Pokud máme potravinu s vysokým obsahem vlhkosti, je nutné zvýšit její pH. Mezi další riziko vzniku patří, zpracování potravin s vysokým obsahem soli za vysokých teplot. V tomto případě pak je žádoucí provádět za nižších teplot s nízkým obsahem soli.

7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je rešerší na kontaminanty bisfenol A, dibuthylftalát, akrylamid, 3-chlorpropan-1,2-diol a furan.

Vzhledem k citlivosti cílové skupiny jsou jakákoliv aditiva nebo kontaminanty přísně sledovány a z prodeje jsou případně staženy dřív, než se dostanou ke kojencům. To dokazuje i množství kontaminace výživy určené pro malé děti, která je v případě dětské výživy minimální. Problém může nastat při dovozu nebo vývozu potravin mimo EU, neboť mohou být nastavené jiné parametry pro množství kontaminantů přítomných v potravině, nebo například i maximálního výskytu pesticidů.

8. POUŽITÁ LITERATURA

1. Suková, Irena. *Potravinová legislativa EU*. Praha : ÚZPI Praha, 1999. ISNB 80-86153-92-4.
2. Prameny práva Evropské unie. *EUR-lex*. [Online] [Citace: 26. duben 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:114534&from=CS>.
3. Úřední věstník. *EUR-lex*. [Online] [Citace: 26. duben 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/oj/direct-access.html>.
4. About EFSA. *EFSA*. [Online] [Citace: 11. březen 2018.] <https://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa>.
5. RASFF - Food and Feed Safety Alerts. *European Commission*. [Online] [Citace: 11. březen 2018.] https://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en.
6. Nařízení Rady (EHS) č. 315/93 kterým se stanoví postupy Společenství pro kontrolu kontaminujících látek v potravinách. *EUR-lex*. [Online] 1993. [Citace: 29. duben 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R0315&from=CS>.
7. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.852/2004 o hygieně potravin. *Eur-lex*. [Online] 2004. [Citace: 28. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0852&from=CS>.
8. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické pravidla pro potraviny živočišného původu. *Eur-lex*. [Online] 2004. [Citace: 28. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=CS>.
9. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví se postupy týkající se bezpečnosti potravin. *eur-lex*. [Online] 2002. [Citace: 28. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=CS>.
10. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 882/2004 o úředních kontrolách za účelem ověření dodržování právních předpisů týkajících se krmiv a potravin a pravidel o zdraví zvířat a dobrých životních podmínkách zvířat. *eur-lex*. [Online] 2004. [Citace: 28. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0882&from=CS>.

11. Mgr. KOLEJKOVÁ, Šárka. "Dětské" potraviny. *SZPI.GOV*. [Online] 2015. [Citace: 13. Březen 2018.] <http://www.szpi.gov.cz/clanek/detske-potraviny.aspx>.
12. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 609/2013 o potravinách určených pro kojence a malé děti, potravinách pro zvláštní lékařské účely a náhradě celodenní stravy pro regulaci hmotnosti . *eur-lex*. [Online] 2013. [Citace: 28. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:181:0035:0056:CS:PDF>.
13. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2016/127 kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 609/2013, pokud jde o zvláštní požadavky týkající se složení a informací, které se vztahují na počáteční a pokračovací kojeneckou výživu. *EUR-lex*. [Online] 2016. [Citace: 27. duben 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0127&from=CS>.
14. Směrnice Komise 2006/125/ES o obilných a ostatních příkrmech pro kojence a malé děti. *eur-lex*. [Online] 2006. [Citace: 1. červen 2018.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0125&from=EN>.
15. Vyhláška č. 84/2001 Sb. *Zákony pro lidi.cz*. [Online] 2001. [Citace: 11. květen 2018.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-84>.
16. Bisphenol A. *Encyclopædia Britannica*. [Online] 2014. [Citace: 22. 4 2018.] <https://www.britannica.com/science/bisphenol-A#ref309108>.
17. History of Bisphenol A. *The University of Minnesota*. [Online] 2008. [Citace: 11. květen 2018.] <http://enhs.umn.edu/current/2008studentwebsites/pubh6101/bpa/history.html>.
18. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *International Agency for Research on Cancer*. [Online] 2014. [Citace: 22. duben 2018.] <https://monographs.iarc.fr/ENG/Publications/internrep/14-002.pdf>.
19. Archivo de la etiqueta: Bisfenol A. *Todo sigue igual*. [Online] 2014. [Citace: 14. červen 2018.] <https://todosigueigual.wordpress.com/tag/bisfenol-a/>.
20. Bisphenol A (BPA) Contaminating Our Food. *SPRWORD*. [Online] [Citace: 22. duben 2018.] <http://sprword.com/videos/bisphenola/>.
21. Nařízení Komise (EU) 2018/213 o použití bisfenolu A v lacích a nátěrových hmotách určených pro styk s potravinami. *EUR-Lex*. [Online] 2018. [Citace: 22. duben 2018.] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0213&from=CS>.

22. Bezpečnostní list dibutylftalát. *PENTA s.r.o.* [Online] 2010. [Citace: 26. duben 2018.] https://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/d/bezplist_462.pdf.
23. Dibutylphthalate. *Toxnet.* [Online] 2015. [Citace: 26. duben 2018.] <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+922>.
24. Agency, The Danish Environmental Protection. Phthalate Strategy. [Online] 2013. [Citace: 24. červen 2018.] <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2013/06/978-87-93026-22-3.pdf>. 978-87-93026-22-3.
25. DENG, Ting, a další. Dibutyl phthalate exposure aggravates type 2 diabetes by disrupting the insulin-mediated PI3K/AKT signaling pathway. *Toxicology Letters.* 2018, Sv. 290, stránky 1-9.
26. Stojanoska, M.M., Milosevic, N., Milic, N. et al. The influence of phthalates and bisphenol A on the obesity development and glucose metabolism disorders. *Endocrine.* 2017, Sv. 55, 3, stránky 666-681.
27. Acrylamide. *Pubchem.* [Online] [Citace: 12. červen 2018.] <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acrylamide>.
28. MOTTRAM, Donald S, WEDZICHA, Bronislaw L. a DODSON, Andrew T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Food chemistry.* 2002, stránky 448-449.
29. LEDL, Prof. Dr. Franz a SCHLEICHER, Dr. rer. nat. habil. Erwin. New Aspects of the Maillard Reaction in Foods and in the Human Body. *Angewandte Chemie International Edition in English.* 1990, Sv. 29, 6.
30. Maillard reaction. *science od cooking.* [Online] 2018. [Citace: 12. červen 2018.] http://www.scienceofcooking.com/maillard_reaction.htm.
31. HALFORD, Nigel, CURTIS, Tanya Y. a spol., a. The acrylamide problem: A plant and agronomic science issue. *Journal of Experimental Botany.* 2012, Sv. 63, 8, stránky 2841-2851.
32. Akrylamid v potravinách. *Chempoint.* [Online] 2012. [Citace: 18. červen 2018.] <http://www.chempoint.cz/akrylamid-v-potravinach>.
33. CWIKOVA, Olga. Toxické účinky akrylamidu a jeho výskyt v potravinách. *Chemické listy.* [Online] 2014. [Citace: 28. červen 2018.] http://chemicke-listy.cz/docs/full/2014_03_205-210.pdf.

34. SVEJKOVSKÁ, Blanka, a další. Esters of 3-Chloropropane-1,2-Diol in Foodstuffs. *agriculture journals*. [Online] 2004. [Citace: 12. červen 2018.] http://www.agronavigator.cz/attachments/estery_3-MCPD.pdf.
35. JEDRKIEWICZ, Renata, a další. Application of modern sample preparation techniques to the determination of chloropropanols in food samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2014, Sv. 62, stránky 173-183.
36. LEE, Bai Qin a KHOR, Sook Mei. 3-Chloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in Soy Sauce: A Review on the Formation, Reduction, and Detection of This Potential Carcinogen. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014, Sv. 14, 1.
37. Glycerol alpha-monochlorohydrin. *Cameo chemicals*. [Online] [Citace: 12. červen 2018.] <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/3533>.
38. furan. *pubchem*. [Online] [Citace: 12. červen 2018.] <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/furan>.
39. JESTOI, Marika, a další. Furan in the baby-food samples purchased from the Finnish markets – Determination with SPME–GC–MS. *Food chemistry*. 1. prosinec 2009, Sv. 117, 3, stránky 522-528.
40. HASNIP S., CREWS C., CASTLE L. Some factors affecting the formation of furan in heated foods. *Journal*. 2003, Sv. 23, 3, stránky 219-227.
41. Seok Y-J, Her J-Y, Kim Y-G, et al. Furan in Thermally Processed Foods - A Review. 2015, Sv. 31, 3, stránky 241-253.
42. SCHOOL, George, a další. Risk assessment for furan contamination through the food chain in Belgian children. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2012, Sv. 29, 8, stránky 1219-1229.
43. NIE, Shaoping, HUANG, Jungen a JIELUN, Hu a spol. Effect of pH, temperature and heating time on the formation of furan in sugar–glycine model systems. *Food Science and Human Wellness*. 2013, Sv. 2, 2, stránky 87-92.
44. MARIOTTI, María S., a další. Furan: a critical heat induced dietary contaminant. *Food and function*. 2013, 7.

45. Pandelova, M., Piccinelli R., Lopez W. Levy, a spol. Assessment of PCDD/F, PCB, OCP and BPA dietary exposure of non-breast-fed European infants. *Food additives and contaminants: Part A - Chemistry control exposure and riskassessment*. 2011, Sv. 28, 8, stránky 1110-1122.
46. CIRILLO, Teresa, a další. Exposure to Di-2-Ethylhexyl Phthalate, Di-N-Butyl Phthalate and Bisphenol A through Infant Formulas. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2015, Sv. 63, 12, stránky 3303–3310.
47. Elias, Andres, a další. Acrylamide in commercial foods and intake by infants in Estonia. *Food and additives and contaminants: Part A - Chemistry analysis control exposure and risk assessment*. 2017, Sv. 34, 11, stránky 1875-1884.
48. Ariseto, Adriana Pavesi, a další. 3-MCPD and glycidyl esters in infant formulas from the Brazilian market: Occurrence and risk assessment . *Food control*. červenec 2017, Sv. 77, stránky 76-81.
49. LEIGHT, Jessica a MACMAHON, Shaun. Occurrence of 3-monochloropropanediol esters and glycidyl esters in commercial infant formulas in the United States. *Food and contaminants: part A - chemistry analysis control exporuse and risk assessment*. 2017, Sv. 34, 3, stránky 356-370.
50. Žalmanová, Tereza , a další. Story of Bisphenol S – Steps from Bad to Worse. *ANTHROPOLOGIA INTEGRATA*. 2016, Sv. 7, 1.
51. Nařízení Komise (EU) 2016/2235 kterým se mění příloha XVII nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, pokud jde o bisfenol A. *Ministerstvo životního prostředí*. [Online] 2016. [Citace: 11. květen 2018.] [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012/\\$FILE/oer-narizeni_2235-20161231.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012/$FILE/oer-narizeni_2235-20161231.pdf).
52. J., HRADECKÝ, a další. Ohmic heating: A promising technology to reduce furan formation in sterilized vegetable and vegetable/meat baby foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2017, Sv. 43, stránky 1-6.
53. Acrylamice toolbox. *Fooddrinkeurope*. [Online] 2013. [Citace: 28. červen 2018.] https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/AcrylamideToolbox_2013.pdf.

54. „Soubor nástrojů“ ke snížení množství v jemném pečivu. *fooddrinkeurope*. [Online] 2014. [Citace: 12. červen 2018.] https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/biscuits-CS-final.pdf.
55. „Soubor nástrojů“ ke snížení množství akrylamidu v pekárenských výrobcích. *fooddrinkeurope*. [Online] 2014. [Citace: 12. červen 2018.] https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/FCPAATEC03111-E_%28Annex_3%29_-_CZ.pdf.
56. "Soubor nástrojů" ke snížení množství akrylamidu ve snídaňových cereáliích. *fooddrinkeurope*. [Online] 2014. [Citace: 12. červen 2018.] https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/cereals-CS-final.pdf.
57. Soubor nástrojů ke snížení množství akrylamidu ve smažených bramborových výrobcích. *fooddrinkeurope*. [Online] 2014. [Citace: 12. červen 2018.] https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/frenchfries-CS-final.pdf.
58. Katharina M. Main, Gerda K. Mortensen, Marko M. Kaleva, a spol. Human Breast Milk Contamination with Phthalates and Alterations of Endogenous Reproductive Hormones in Infants Three Months of Age. *Environ Health Perspect*. 2005, Sv. 114, 2, stránky 270–276.
59. Soubhi Altaki, M., a další. Furan in commercial baby foods from the Spanish market: estimation of daily intake and risk assessment. *Food Additives and Contaminants: Part A*. 2017, Sv. 34, 5, stránky 728-739.
60. MERCOGLIANO, Raffaelina a SANTONICOLA, Serena. Investigation on bisphenol A levels in human milk and dairy supply chain: A review. *Food and chemical toxicology*. 2018, Sv. 114, stránky 98-107.
61. MESÍAS, M., GUERRA-HERNANDEZ, E. a GARCIA-VILLANOVA, B. Furan content in Spanish baby foods and its relation with potential precursors. *CyTA- Journal of food*. 2012, Sv. 11, 1, stránky 1-6.
62. 3-chlor-1,2-propanediol. *pubchem*. [Online] [Citace: 12. červen 2018.] https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3-Chloro-1_2-propanediol#datasheet=lc§ion=Top.

63. Vznik esterů 3-chlorpropan-1,2-diolu s mastnými kyselinami v potravinách. *Repozitář VSCHT*. [Online] 2008. [Citace: 12. červen 2018.] https://repozitar.vscht.cz/theses/phd/fpbt/2008/AP4/9580/bitstream/abstract_czech.
64. Revised safe intake for 3-MCPD in vegetable oils and food. *EFSA*. [Online] 2018. [Citace: 12. červen 2018.] <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180110>.
65. 3-chloro-1,2-propanediol (racemic mixture). *inchem*. [Online] 2009. [Citace: 12. červen 2018.] <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1664.htm>.