

Složky kosmetiky – jejich vliv na životní prostředí a zdraví člověka

Veronika Motyčková

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav environmentální bezpečnosti
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Motyčková**
Osobní číslo: **L13378**
Studijní program: **B3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Řízení environmentálních rizik**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Složky kosmetiky – jejich vliv na životní prostředí a na zdraví člověka**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši, která se bezprostředně týká zadaného tématu.
2. Uveďte metody v současnosti užívané pro jejich stanovení v environmentálních vzorcích.
3. V případě možnosti analyzujte vzorek odpadní vody pocházející ze závodu na výrobu kosmetiky (před a po čištění).
4. Teorii a zjištěné poznatky sepište do formy bakalářské práce.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PRIMACK, Richard B., Pavel KINDLMANN a Jana JERSÁKOVÁ. Úvod do biologie ochrany přírody. Vyd. 1. Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-7367-595-0.

[2] WITORSCH, Raphael J. a John A. THOMAS. Personal care products and endocrine disruption: A critical review of the literature. *Critical reviews in toxicology*. 2010, 40(S3): 1 – 30. ISSN 1040-8444.

[3] BRAUSCH, John M. a Gary M. RAND. A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. *Chemosphere*. Elsevier, 2011, 82(11): 1518 – 1532. ISSN:0045-6535.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Petra Jančová, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

5. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2016

V Uherském Hradišti dne 22. února 2016



doc. RNDr. **Jitka Dostál, CSc.**
děkan



doc. Ing. **Pavel Valášek, CSc.**
ředitel

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti


podpis studenta

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce se zabývá vybranými složkami kosmetiky, konkrétně povrchově aktivními látkami (tenzidy), antimikrobiálními látkami (parabeny), ftaláty a UV filtry. Z důvodu, že se čím dál častěji používají produkty denní potřeby s výše uvedenými složkami, roste riziko nepříznivých vlivů těchto látek na životní prostředí (a to zejména na vodní organismy) a zdraví člověka – v literatuře jsou sledované a diskutované zejména vlastnosti perzistence, bioakumulace, endokrinní disrupce nebo potenciální karcinogenity. V dnešní době existuje řada analytických metod (např. GC/MS, LC/MS, HPLC/DAD, CE), kterými se dají kvantifikovat složky kosmetiky nejen v jednotlivých kosmetických výrobcích, ale i v environmentálních vzorcích, kde jsou tyto látky přítomny ve stopových až ultrastopových množstvích.

Praktická část bakalářské práce byla věnována screeningovému stanovení parabenů (methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu) metodou HPLC/DAD ve vzorku odpadní vody pocházející z kosmetické firmy před a po průchodu čistícím zařízením. Bylo zjištěno, že se v odpadní vodě před čištěním vyskytovaly methylparaben a propylparaben v koncentracích jednotek mg.l^{-1} ; po čištění došlo ke snížení jejich množství u methylparabenu o 70 % a u propylparabenu o 86 %.

Klíčová slova: životní prostředí, ekotoxikologie, složky kosmetiky, parabeny, HPLC/DAD

ABSTRACT

Bachelor thesis discuss about the selection of cosmetics ingredients, focus on surfactants, antimicrobials (parabens), phthalates and UV filters. Because these ingredients are used in products of daily use, the risk of adverse effects of these ingredients on the environment (especially for aquatic organisms) and human health – in literature are monitored and discussed in particular the characteristics of persistence, bioaccumulation, endocrine disruption or potential carcinogenicity. Nowadays there are a number of analytical methods (GC/MS, LC/MS, HPLC/DAD, CE), which can quantify ingredients of cosmetics, not only in various cosmetic products, but also in environmental samples, where these ingredients are present in trace or ultratrace amounts.

In the practical part there is screening for determination of parabens (methylparaben, ethylparaben and propylparaben) by HPLC/DAD in samples of waste water from cosmetic company before and after the passage of a cleaning device. In waste water there are concentrations of parabens (methylparaben and propylparaben) units mg.l^{-1} . After cleaning their quantity was reduced (methylparaben was reduced about 70 % and propylparaben was reduced about 86 %).

Keywords: the environment, ecotoxicology, cosmetic ingredients, parabens, HPLC/DAD

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své vedoucí Mgr. Petře Jančové, Ph.D. za její trpělivost, odborné vedení, pomoc při vypracování práce, za její cenné rady a v poslední řadě za ochotu a čas, který mi obětovala. Dále bych ráda poděkovala Aleši Motyčkovi za poskytnutí podmínek pro provedení analýzy a Mgr. Bohumile Hanákové za pomoc při měření odpadních vod a celé rodině za podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	12
1.1 ZNEČIŠŤOVÁNÍ ŽP	12
1.2 MOŽNÉ DOPADY ANTROPOGENNÍHO ZNEČIŠTĚNÍ.....	12
2 EKOTOXIKOLOGIE	14
2.1 DEFINICE	14
2.2 EXPOZICE A ÚČINEK	14
2.3 ÚČINKY TOXIKANTŮ NA ÚROVNI ORGANISMU, POPULACE A EKOSYSTÉM	15
2.4 EXPERIMENTÁLNÍ TOXIKOLOGIE A METODY TESTOVÁNÍ TOXICITY.....	16
3 VÝBĚR ZÁKLADNÍCH CHEMICKÝCH LÁTEK VYSKYTUJÍCÍCH SE V KOSMETICE	18
3.1 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY.....	18
3.1.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin	18
3.1.2 Dopady na životní prostředí	20
3.1.3 Vliv na zdraví člověka, rizika	21
3.2 ANTIMIKROBIÁLNÍ LÁTKY	22
3.2.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin	22
3.2.2 Dopady na životní prostředí	24
3.2.3 Vliv na zdraví člověka, rizika	24
3.3 FTALÁTY	25
3.3.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin	25
3.3.2 Dopady na životní prostředí	27
3.3.3 Vliv na zdraví člověka, rizika	27
3.4 UV FILTRY	28
3.4.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin	28
3.4.2 Dopady na životní prostředí	29
3.4.3 Vliv na zdraví člověka, rizika	29
4 MOŽNOSTI STANOVENÍ SLOŽEK KOSMETIKY V ENVIRONMENTÁLNÍCH VZORCÍCH	30
4.1 MOŽNOSTI STANOVENÍ PARABENŮ	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 CÍL PRÁCE	34
6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI	35
7 POUŽITÉ MATERIÁLY A CHEMIKÁLIE	36
8 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ	37
9 PARAMETRY ANALÝZY	38

9.1	ODBĚR A PŘÍPRAVA VZORKŮ	38
9.2	PŘÍPRAVA MOBILNÍ FÁZE	39
9.3	PŘÍPRAVA ZÁSOBNÍCH ROZTOKŮ	39
9.4	PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH ROZTOKŮ	39
9.5	PŘÍPRAVA BLANKU	40
10	PODMÍNKY A PRŮBĚH ANALÝZY	41
10.1	IDENTIFIKACE JEDNOTLIVÝCH LÁTEK	41
10.2	SESTAVENÍ KALIBRAČNÍ KŘIVKY	41
10.3	IDENTIFIKACE JEDNOTLIVÝCH PARABENŮ VE VZORCÍCH ODPADNÍ VODY	42
11	VÝSLEDKY A DISKUSE	43
	ZÁVĚR	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK	60

ÚVOD

Rozvoj a chování lidské populace způsobuje velký nátlak na životní prostředí. Lidé už od prvopočátků žili v souznění s přírodou, ale v dnešní době je to jiné. Lidská populace přírodu přetváří a ve velké míře jí znečišťuje odpadky, chemikáliemi a toxickými látkami. Nemyslí však, ale na to, že jejich působením se nemusí zachovat její krása a funkčnost pro naše další generace.

Společnost na životní prostředí působí negativně. Toto negativní působení se neustále zvyšuje. Znečišťování přírody, je dnes bohužel každodenní záležitost. Znečištění nastává např. v korytech řek, kde pak díky uvolňování chemických látek dochází k eutrofizaci vod a voda ztrácí svou samočisticí schopnost. Proto je ochraně životního prostředí věnována stále větší pozornost. Také dochází k zpřísnování legislativních nařízení, aby nedocházelo ke znečišťování chemickými látkami. Na téma životní prostředí a ekotoxikologie jsem se zaměřila právě z tohoto důvodu.

Lidé nejen že ohrožují přírodu, ale také své zdraví. Chemické látky, které se dostávají do životního prostředí, zde mohou přetrvávat a poškodit člověku zdraví. Ekotoxikologie je čím dál tím více důležitá věda a díky ní máme znalosti, jak chemické látky působí nejen na člověka, ale i na další organismy.

V teoretické části zazní informace nejen o negativním působení lidské populace na životní prostředí, ale bude zde věnována pozornost i ekotoxikologii. Dále je zde výběr složek kosmetiky, které škodí životnímu prostředí a zdraví člověka. Konkrétně se jedná o povrchově aktivní látky, antimikrobiální složky, ftaláty a UV filtry. Složky jsou zpracovány z hlediska základní charakteristiky, dopadů na životní prostředí a také z hlediska vlivu na zdraví člověka. Protože je v praktické části bakalářské práce věnována pozornost analýze parabenů, je do teoretické části zařazena i kapitola o možnostech stanovení právě těchto složek v environmentálních vzorcích.

V praktické části mé bakalářské práce byly parabeny v environmentálních vzorcích analyzovány metodou HPLC s DAD detekcí. Snahou bylo analyzovat vzorek odpadní vody, před a po průtoku čistícím zařízením, jež by mělo tyto látky z vody odstranit.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Životní prostředí je prostředí, které má vztah k určitému živému systému (buňce, jedinci, populaci apod.). Životní prostředí zahrnuje živé i neživé složky, jako je například půda, voda, fauna a flóra. Do životního prostředí (dále jen ŽP) velkým způsobem zasahuje člověk. Ten v tomto prostoru vytváří mnoho umělých a sociálně-ekonomických složek (stavba obytných domů, pracovišť a rekreačních zařízení). Pro zachování zdravého prostředí, musí člověk žít v harmonii s přírodou. Aby tato harmonie byla zachována je prostředí chráněno Zákonem č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, kde jsou definovány zásady ochrany ŽP. Zákon, který souvisí se ŽP je Zákon č. 114/ 1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. [1]

1.1 Znečišťování ŽP

Životní prostředí je ve velké míře znečišťováno antropogenní činností, jako je zakládání skládek odpadů, znečišťování řek a vodních ploch odpadky a chemikáliemi, znečišťování ovzduší výfukovými plyny. Dále dochází k degradaci životního prostředí, odlesňování a desertifikaci. K znečišťování prostředí dochází ale i díky přírodním pochodům jako je výbuch vulkánu, zemětřesení, apod.

1.2 Možné dopady antropogenního znečištění

Jak už bylo řečeno, člověk hodně ovlivňuje životní prostředí. V první řadě působí na prostředí růstem lidské populace. Ještě před 300 lety byl růst populace zcela jiný. Lidská populace rostla pomalu a jen málo převyšovala počet zemřelých. Nárůstem populace, kdy počet narozených dětí byl vysoký, a úmrtnost klesala, začalo docházet k destrukci biologických společenstev. Růstem společnosti následoval i rozvoj společnosti (rozvoj moderní medicíny a moderní hygieny), což mělo veliký dopad na ŽP nárůstem odpadků a úpravou vod. V poslední době se populační růst zpomalil, ale stále zůstává vysoký v tropické Africe, Latinské Americe a Asii. [2]

Člověk svým chováním ve velké míře ovlivňuje přírodu. Příkladem špatného vlivu člověka na půdu je jev desertifikace, což je proces, při kterém dochází k změně úrodné půdy v poušť. Půda se může vysušovat díky změně klimatu, ale klíčová je zde lidská činnost (nadměrná pastva, nedostatečné hnojení a nadměrné využívání půdy). [3]

Znečištění vody má negativní následky nejen pro živočichy a všechny druhy, které zde žijí, ale i pro lidi. Člověk si ničí potravu a kontaminuje pitnou vodu chemikáliemi. Jedná se

o kontaminaci průmyslovým a zemědělským odpadem. Ve vodách se nacházejí koncentrace pesticidů, herbicidů, ropných produktů, těžkých kovů a detergentů. Tyto toxické látky zde nalezneme pouze v malých koncentracích, které mohou být letální pro vodní organismy. Odpady a detergenty, které jsou odplavovány do řek, jsou zdrojem velkého množství fosforu a dusíku, čímž dochází k eutrofizaci vod. Výsledkem je ochuzené společenstvo a znečištěná voda. Můžeme tvrdit, že dnes se řeky a jezera začínají stávat uložištěm průmyslového odpadu, zemědělského odpadu a odpadu z lidských sídel. Moře a oceány jsou vystavovány znečištěním chemickými a radioaktivními látkami. Na těchto velkých plochách se stalo několik havárií spojených s únikem ropy. Tyto situace velmi ovlivňují vodní ekosystém, protože zde dochází k ukládání ropných látek. [2,3]

Pozitivním vlivem člověka je výstavba hydrotechnických a hydroenergetických staveb. Tyto stavby upravují tok vody. Člověk se tak chrání před záplavami, přehradami zadržuje vodu v krajině a získává energii pomocí vody. [3]

Znečištěné ovzduší se stává globálním problémem. Člověku, díky špatnému ovzduší hrozí onemocnění dýchací soustavy. V přírodě, se poté vyskytují kyselé deště, zvyšuje se skleníkový efekt a dochází k narušování ozonové vrstvy. [2,3]

Kyselá deště vznikají díky průmyslovým podnikům, které vypouštějí do ovzduší velká množství oxidů dusíku a síry. Tyto oxidy v ovzduší reagují s vodními parami a dochází k okyselení kapek, které padají na Zem v podobě srážek. Celý proces způsobuje snížení pH dešťové vody a ta způsobuje hynutí stromů a vegetace. [2]

Globální změnu klimatu zapříčiňují ji tzv. skleníkové plyny (oxid uhličitý, metan a jiné vzácné plyny v atmosféře), které dobře propouští sluneční záření, a dochází tak k ohřátí zemského povrchu. Současně ale zachycují energii, která se od Země odrazí a vyzařuje zpátky do vesmíru (zpomalují ochlazování zemského povrchu). Celkový proces funguje stejným způsobem, jako sklo ve skleníku, které nechá sluneční záření volně procházet dovnitř, ale nepustí teplo ze skleníku ven. [2]

Ozonová vrstva brání Zemi před průnikem ultrafialového záření. Tuto vrstvu narušují plynné látky freony (chlorofluorohydrogénu), které se používaly do sprejů, do chladniček, apod. [3]

2 EKOTOXIKOLOGIE

2.1 Definice

Ekotoxikologie je věda, která se zabývá negativním působením toxikantů na biosystém, kdy toxikant je chemická látka nebo spíše směs látek, která má schopnost vyvolat negativní účinky na biosystém. Za biosystém považujeme živý systém na libovolném stupni biotické organizace. Ekotoxikologii můžeme také označit jako studium vlivů na živé systémy (bun-ku, tělní orgány, organismus a ekosystém). Pro komplexnost pohledu působení toxikantu na živý systém je nezbytné zohledňovat další činitele (faktory okolí a působení člověka). Za faktory okolí považujeme teplotu, sluneční záření, přítomnost kyslíku, pH atd. [4]

Tento vědní obor se prolíná mezi ekologií a toxikologií, kde sleduje vliv jedovatých látek na člověka. Opírá se také o obory jako je chemie, fyzika, ekologie, geografie, lékařství atd. Za cíl oboru lze považovat rozšiřování znalostí o působení chemických látek a předvídání vlivů vystavených jevů na několika biologických úrovních. Vzhledem k tomu, že v posledních letech roste chemizace prostředí, mají výstupy tohoto vědního oboru praktické využití. Můžeme tak zabránit chemické kontaminaci životního prostředí. Poznatky ekotoxikologie můžeme využít ke správnému přístupu, k ochraně a zachování životního prostředí. [4,5,6]

2.2 Expozice a účinek

Určení expozice zahrnuje první polovinu posouzení rizika, druhou polovinu představuje porozumění chemickým vlivům (účinku). [5]

Expozice je stav, kdy se toxikant dostává do přímého kontaktu s biosystémem. S tím souvisí i cesty, kterými se látka dostává od zdroje k příjemci a osud látky v prostředí. Škodlivé působení může nastat v případě, když toxikant vstoupí do organismu a dosáhne citlivého místa jeho působení (místa účinku). V běžné praxi se setkáváme s opakovanou expozicí škodlivé látky. Toxicita se často projevuje i v případě, že dávky jsou hluboko pod prahem účinku. Účinek je změna, kterou svým působením toxikant v biosystému vyvolává. Ve vztahu mezi toxikantem a biosystémem platí, že k přímému vlivu toxikantu dochází, pokud molekuly toxikantu vstoupí do interakce s molekulami v místě účinku v živém systému. Vztah mezi expozicí a účinkem je protisměrný. Expozice postupuje od ekosystému až do úrovně molekul. U účinku je tato cesta opačná, účinek začíná na molekulární úrovni, poté postupuje od buněčné úrovně až po ekosystém. Účinek lze rozdělit na účinek lokální a sys-

témový. Účinek lokální nastává v případě, že látky působí v místě vstupu do organismu. Oproti systémovému účinku, kdy se škodlivé látky absorbují do oběhového systému a až potom se distribuují k cílovému místu (orgánu). [4,7,8]

U každého organismu nastane jiný účinek. Dále také záleží na dávce, protože účinek stoupá s dávkou. Při podání škodlivé látky testovanému souboru jedinců nemusí být hned zpozorován účinek. Pro zpozorování příznaku otravy je nutné překročení tzv. prahové dávky. [8]

2.3 Účinky toxikantů na úrovni organismu, populace a ekosystém

Účinky toxikantů na úrovni organismu popisují jevy reakcí, které se dějí na úrovni molekul. Vlivy toxikantu mohou být buď genotoxické, biochemické anebo fyziologické. Genotoxicita ovlivňuje nukleové kyseliny (DNA, RNA), a to může mít pro organismus závažné důsledky. Genotoxické účinky se projevují obvykle po dlouhé expozici a řadíme sem účinky karcinogenní (vývoj nádorů), mutagenní a teratogenní (vývojová deformace). [4]

Účinky toxikantů na úrovni populace se posuzují podle ekologických faktorů, ale také podle velikosti populace i zásahů populace do ekosystému. Tyto zásahy jsou například používání pesticidů a insekticidů. Antropogenní činnosti (chemizace životního prostředí) zapříčiňuje úbytek biotopů, míst pro kladení vajíček zvířat, potravy pro živočichy atd. Populační ekologie proto sleduje natalitu – porodnost jedinců, mortalitu – úmrtnost jedinců, imigraci a emigraci organismů – pohyb jedinců v prostředí. [4]

Účinky toxikantů na úrovni ekosystému jsou sledovány z hlediska vlivu na strukturu společenstva a ekosystému, toku energie, řízení a vývoje. U struktury společenstva se vliv toxikantů posuzuje na úrovni druhového složení, vzájemných vazeb mezi druhy (například v potravním řetězci) a ve vytváření prostorových struktur (vegetační patra). U zdroje energie je posuzován hlavně vliv člověka. Zdrojem energie je sluneční záření (elektromagnetické záření). Antropogenní činnost ovlivňuje tok energie toxickými látkami, jako jsou oxid uhličitý, methan, freony a další. [4]

Populací (společenstvo organismů), rozumíme soubor jedinců téhož druhu, kteří žijí v určitém prostoru a čase. Naopak ekosystém je jednota biosféry složená z živých a neživých složek v životním prostředí, které jsou ve vzájemné interakci. [7]

2.4 Experimentální toxikologie a metody testování toxicity

Vědní obor je charakteristický širokou škálou metod a modelů pro zjišťování toxicity látek. Kromě zjišťování akutní toxicity a chronické toxicity, její míry a charakteru se zaměřuje také na pochopení mechanismu působení látek a vztahů mezi strukturou látky. Testy toxicity, které jsou prováděny na zvířatech (např. na myši, potkanovi, aj.), se nazývají testy *in vivo*. Vedle nich, testy *in vitro* zkoumají interakce mezi cizorodými látkami a jednoduchými živými systémy (např. jednoduchými organismy /prvoci, bakterie, atd./ nebo buněčnými preparáty /nádorové buňky, jaterní buňky, atd./). Testy probíhají pod legislativními předpisy, kde se musí dodržovat závazné standardizované postupy jak pro testování, tak pro vyhodnocování. [8]

Testy akutní toxicity jsou prvním krokem ke zjišťování toxicity látky. Jejich cílem je zjistit dávkovou závislost pro akutní účinek testované látky. Účinek je vyhodnocen v procentech vyjadřuje počet jedinců v dané skupině, u kterých se účinek projevil v závislosti na logaritmu dávky. Testy slouží pro sběr kvantitativních údajů o toxikologickém projevu a pro zjištění letálního účinku. Testy uvádějí medián letální dávky (LD_{50}). Hodnota LD_{50} vyjadřuje dávku, která po podání testované látky usmrtí 50 % testovaných zvířat. Testování mediánu letální dávky se stalo široce používané i pro méně toxické látky. Testy akutní toxicity nám sice přinášejí informace o charakteru a míře působení toxických látek na organismus (popřípadě na jednotlivé orgány), ale nepřináší nám informace o reálné situaci, kdy může být skupina lidí vystavena účinkům látek z prostředí dlouhodobě. Dlouhodobé testy škodlivých látek představují subchronické a chronické testy. [8]

Subchronické testy se využívají pro zjištění dávkové závislosti při opakované expozici. Dále se vyhodnocuje charakter působení látky na orgány v těle. Testování se provádí na skupině zvířat po dobu 14 až 90 dnů. Výsledkem jsou hodnoty NOAEL a LOAEL, kdy hodnota NOAEL představuje nejvyšší hladinu, kdy nebyl zpozorován toxický účinek. Hodnota LOAEL je naopak nejnižší dávka, kdy už byl zpozorován toxický účinek. [8]

Chronické testy jsou vyhodnocovány po dlouhou dobu, zpravidla po větší část obvyklé doby života pokusných zvířat. Testovány jsou zpravidla látky, kterým jsou lidé vystaveni dlouhodobě. Zaměřují se tedy na působení škodlivých látek z prostředí, z potravy a pitné vody, jež by mohly mít vliv na lidský organismus. Mezi testy chronické toxicity se dají zařadit např. testy karcinogenity. Na základě pokusů na zvířatech se odhadne koncentrace nebo dávka škodliviny, které neuškodí s velkou pravděpodobností člověku a následně je

v epidemiologických studiích zkoumáno, zda tato látka opravdu nepředstavuje zdravotní riziko pro osoby. [8]

Strategickým záměrem programů chemické bezpečnosti a alternativních metod testování toxicity je prevence a snížení vlivu chemických látek na zdraví lidí, na zlepšení ŽP s cílem dosáhnout zkvalitnění životních podmínek. Snahou je rovněž snížit počet obratlovců, kteří se využívají pro testování toxicity různých chemických látek a přípravků. Testy *in silico* představují predikční modely na počítačích. Dnes je jednou z nejpoužívanějších metod *in silico* analýza QSAR (Quantitative Structure-Activity and Relationships) – jde o analýzu kvantitativních vztahů mezi chemickou strukturou a biologickou účinností. [9]

3 VÝBĚR ZÁKLADNÍCH CHEMICKÝCH LÁTEK VYSKYTUJÍCÍCH SE V KOSMETICE

3.1 Povrchově aktivní látky

3.1.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin

V současné době se jako povrchově aktivní látka (ve zkratce PAL) označuje každá látka, která díky svým specifickým vlastnostem snižuje povrchové napětí na rozhraní dvou fází. Povrchově aktivní látky se označují jako surfaktanty (tenzidy). [10]

Tenzidy je označení pro organické látky, které jsou povrchově aktivní. Dále mají specifické vlastnosti, které jsou dány chemickou a fyzikální strukturou jejich molekul. Jde o látky amfifilní, v jejich molekule lze rozlišit hydrofobní a hydrofilní část. Hydrofilní část je tvořena polární skupinou (např. karboxylovou) a část hydrofobní je naopak tvořena uhlovodíkovým zbytkem. [10,11,12]

Směs tenzidů a dalších látek tvoří tzv. detergenty, které jsou schopny převádět nečistotu z pevného povrchu do fáze roztoku. [11]

Tenzidy se dělí podle ionicity na ionické a neionické. Ionické tenzidy obsahují hydrofilní skupiny, které ve vodě disociují a vzniklé ionty jsou povrchově aktivní. Kdežto neionické tenzidy ve vodném prostředí neionizují a jejich rozpustnost ve vodě je dána přítomností hydrofilních skupin (-OH, -NH₂, ad.). [12]

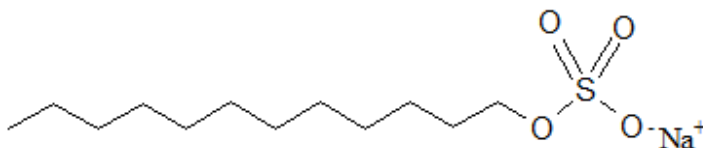
Neionické tenzidy

Neionické tenzidy tvoří rozšířenou skupinu, protože mají dobré mycí a čisticí vlastnosti. Jsou často využívány v textilním průmyslu, kosmetice a zemědělství. Zástupcem neionických tenzidů je nonylfenol. Nonylfenol se používá ve velkém množství a může být součástí průmyslových detergentů a kosmetických přípravků (šampony, deodoranty, krémy). Nonylfenol se díky používání v čisticích prostředcích objevuje v odpadních vodách, ze kterých může unikat do ŽP. [12,13]

Ionické tenzidy se dále dělí na anionické, kationické a amfoterní. [10]

Anionické tenzidy ve vodě disociují na záporně nabitý organický anion, který má povrchovou aktivitu a neaktivní kation. Anionické tenzidy mají nejvyšší aktivitu v mírně alkalickém prostředí, v prostředí kyselém jsou tyto látky nestálé. Zřejmě nejstarším anionickým tenzidem je mýdlo – sodná sůl vyšších karboxylových kyselin RCOO^-Na^+ . [12]

Nejznámějšími anionickými tenzidy jsou **dodecylsulfát sodný** (SDS, Sodium Lauryl Sulfate) a **laurethsulfát sodný** (Sodium Laureth Sulfate SLES). Jde o povrchově aktivní látky, které jsou součástí kosmetických produktů a čisticích prostředků. SDS (viz obr. 1) je vysoce účinné povrchově aktivní činidlo a proto ho také nalezneme ve vysokých koncentracích v průmyslových výrobcích (odmašťovačla, podlahové čističe a mycí přípravky). V nízkých koncentracích je obsažen v prostředcích osobní hygieny, jako jsou šampóny a holicí pěny. Má pěnicí a čisticí vlastnosti. [14]



Obr. 1: Struktura dodecylsulfátu sodného (SDS)



Obr. 2: Struktura laurethsulfátu sodného (SLES)

Kationické tenzidy jsou sloučeniny, které mají jednu nebo více funkčních skupin. Ve vodném roztoku disociují na povrchově aktivní kladně nabitě organické ionty. Mají tedy silně adsorbční schopnost na většinu pevných povrchů, které mají ve většině případů záporný náboj. Proto jsou schopny narušit metabolické funkce mikroorganismů vytvořením adsorpční vrstvy na jejich povrchu, což postupně vede až k zániku těchto mikroorganismů. Mají germicidní účinky, díky čemuž jsou ve velké míře používány v lékařské praxi. Přidávají se do léčebných mastí, dezinfekčních přípravků a jsou používány jako antiseptika. Jsou hodně využívány pro své antistatické a změkčovací účinky, a proto jsou součástí avivážních prostředků a kondicionérů ve vlasové kosmetice. Významnými zástupci této skupiny tenzidů jsou kvartérní amoniové soli (chloridy nebo methosulfáty). Nevýhodou kationických tenzidů je jejich vysoká cena a horší biologická rozložitelnost. [12]

Amfoterní tenzidy mají ve své molekule více různých polarizovatelných skupin, proto se mohou chovat jako kationty i anionty v závislosti na pH roztoku. Výhodou amfoterních tenzidů je kombinovatelnost s kationickými nebo anionickými tenzidy v produktech. Jejich nevýhodou je nerozpustnost ve většině organických rozpouštědel. Prakticky jsou využívány v kosmetice pro dobrou snášenlivost s pokožkou. [12]

3.1.2 Dopady na životní prostředí

Do odpadních vod se PAL dostávají velice snadno a to při výrobě nebo jejich spotřebě. Celosvětově se dostávají do městských a průmyslových odpadních vod 3 miliony tun tenzidů ročně. Tento problém je spojený s pěněním vody a také brání kyslíku se dostat ze vzduchu do vody. Vody ztrácejí samočistící schopnost a také mohou mít toxické účinky na vodní organismy. Biodegradabilita tenzidů je označení pro biochemický rozklad tenzidů, který je způsoben živými mikroorganismy. Degradaci především zajišťují určité druhy bakterií. Bakterie rozkládají molekuly tenzidů biochemickou oxidací na jednodušší sloučeniny. Primární biodegradabilita nastává v okamžiku, kdy tenzid ztrácí při rozkladu svou povrchově aktivní vlastnost. Následná úplná degradace nastává při přeměně na konečné produkty (voda a další produkty biologické aktivity). Aby nedocházelo k případné kontaminaci vod je důležitá totální degradace. V posledních letech nastává problém s biodegradabilitou, protože se rozvíjí výroba syntetických tenzidů a ty jsou biologicky neodbouratelné. [3,12,15,16]

Výše zmíněný nonylfenol (neionický tenzid) se ve vodném prostředí špatně rozkládá a má tendenci k bioakumulaci ve vodních organismech a sorpci na sedimenty. Při chronické expozici má nepříznivý vliv na reprodukci vodních organismů (považuje se za hormonální disruptor), způsobuje pomalejší dospívání u ryb a také snižuje hmotnost ryb. Dále snižuje růst řas a vodních rostlin. [12,13]

Na druhé straně, anionické tenzidy (SDS, SLES) jsou hodnoceny jako bezpečné povrchově aktivní látky pro spotřebitele i ŽP. Nebyly u nich popsány potenciální karcinogenní účinky. [14]

Podle parametru biochemické spotřeby kyslíku jsou tenzidy klasifikovány na měkké (tenzidy, které jsou odbourány okolo 14 dnů až z 90 %), dále pak odbouratelné (tenzidy, které se během stejné doby rozloží z 35-90 %) a v poslední řadě tvrdé, které degradují nejpomaleji (během 14 dnů je degradováno méně než 35 %). [12]

Ekotoxicita tenzidů představuje jejich zatížení životního prostředí. Z hlediska ekotoxicity se tenzidy dělí na vysoce toxické, velmi toxické, toxické a mírně toxické. [12]

3.1.3 Vliv na zdraví člověka, rizika

Člověk je s PAL v každodenním styku, protože jsou obsaženy v šampónech, tekutých mýdlech, pěnách do koupele atd. Jsou však považovány za neškodné. Konkrétně je prokázáno, že nejsou karcinogenní. Jediná prokázaná vlastnost je schopnost dráždit kůži a oko. Po dráždění kůže je pouze dočasné a nastává při vyšší koncentraci přípravku. Nezpůsobují trvalé změny na kůži. Rizikovou skupinou ale mohou být malé děti. U této skupiny může docházet k dráždivým a svědivým účinkům. Jejich toxicita je odlišná z hlediska cílové skupiny. V testech toxicity je zkoumáno, zda mají tyto látky vliv nejen na lidské zdraví, ale testují se i vlivy na vodní a suchozemské organismy. Úroveň toxicity ovlivňuje délka hydrofobního řetězce. Toxicita se zvyšuje s růstem hydrofilního řetězce. [12,17]

3.2 Antimikrobiální látky

3.2.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin

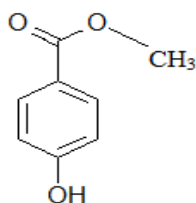
Antimikrobiální látky chrání produkty pro osobní péči před růstem mikroorganismů (bakterií, kvasinek a plísní). Přidávají se do kosmetiky hlavně pro zajištění, aby prostředek neobsahoval mikroorganismy po výrobě produktu, aby se nekontaminoval při jeho skladování, následně po jeho otevření. Do této skupiny řadíme i konzervační látky, které brání před degradací kosmetických produktů. Mezi nejvíce používané konzervační látky řadíme parabeny. [18,19]

Parabeny, estery kyseliny p-hydroxybenzoové se vyznačují antimikrobiálními a antimykotickými účinky. Pro tyto účinky jsou nejčastěji používanými konzervačními činidly v kosmetice, farmacii a průmyslových produktech. Jsou to látky stabilní v poměrně širokém intervalu teplot a při pH v rozmezí 4,5 – 7,5. Jeden z důvodů jejich použití v kosmetických produktech jsou nízké výrobní náklady. Nezpůsobí změny v konzistenci a zbarvení výrobků, nezapáchají, jsou bez chuti a mají nízký stupeň toxicity. Díky kombinaci těchto vlastností je velice obtížné najít jinou konzervační látku, která bude uspokojivě nahrazovat parabeny. Parabeny používané v kosmetice jsou synteticky vyrobeny. Jejich rozpustnost ve vodě je závislá na délce alkylového řetězce. Mezi nejznámější zástupce patří methylparaben, ethylparaben, propylparaben, butylparaben. [20]

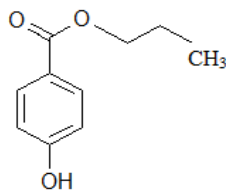
Parabeny mají v environmentu všudypřítomný výskyt, ale jejich koncentrace nalezené v životním prostředí se zdají být příliš nízké, aby byly zpozorovány nepříznivé účinky na člověka. Parabeny se obecně nachází v produktech denní potřeby, v lécích a v potravinách. Odpadní vodou se parabeny dostávají do čističek odpadních vod. V životním prostředí se propylparaben vyskytuje v povrchových vodách a v domácím prachu. Methylparaben se vyskytuje v rostlinách, v půdě, domácím vzduchu a dokonce byl detekován v rybách. Butylparaben je často uložen v sedimentech. [20]

Methylparaben (methylester kyseliny p-hydroxybenzoové) a **Propylparaben** (propylester kyseliny p-hydroxybenzoové) jsou nejčastěji používané a často jsou přítomné v produktech společně. Jedná se o nejjednodušší formu parabenu. Čistý methylparaben (viz obr. 3) je bílý prášek, bez zápachu, anebo má slabou charakteristickou vůni. Je stabilní, rozpustný v ethanolu (těžce se rozpouští ve vodě) a má inhibiční účinky na růst mikroorganismů

(plísní a bakterií), používá se více jak 50 let, je velmi málo toxický – není karcinogenní, mutagenní ani teratogenní. Studie ukazují, že je snadno a úplně absorbován kůží nebo z trávicího traktu, následně se metabolizuje (prostřednictvím běžných drah v játrech) a poté je vylučován ledvinami (močí) z organismu. Studie chronické toxicity ukazují, že v těle nedochází k jeho kumulaci. [20,21]

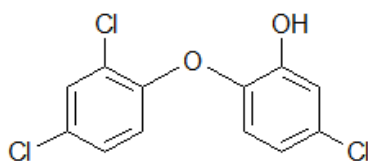


*Obr. 3: Struktura
methylparabenu*



*Obr. 4: Struktura
propylparabenu*

Triclosan (viz obr. 5) je synteticky vyrobené antimikrobiální činidlo. Významný je pro své antibiotické a antimykotické vlastnosti. Je přítomen v produktech osobní hygieny jako jsou zubní pasty, ústní vody, v tělových krémech, deodorantech ale také v jarech na nádobí. Můžeme tedy tvrdit, že do životního prostředí vstupuje velice snadno. Je tedy považován za nově vznikající kontaminant. Čistírný odpadních vod ho nejsou schopny zcela odstranit. Toto riziko může mít v povrchových vodách nepříznivé účinky na vodní organismy. [22]



Obr. 5: Struktura triclosanu

3.2.2 Dopady na životní prostředí

Jak už bylo řečeno, triclosan se dostává do životního prostředí velmi jednoduchým způsobem. V ŽP mohou mít jeho účinky špatný vliv na kvalitu vody a také mohou negativně působit na ekosystém a zdraví lidí. Studie triclosan označily za látku perzistentní. Perzistence se prokázala hlavně ve vodním ekosystému, kde dochází k jeho bioakumulaci u vodních rostlin a živočichů. Kromě vodní bioty byl detekován i ve vodních sedimentech. V půdách a sedimentech je možnost jeho akumulace, protože koncentrace je několikrát vyšší v pevné fázi než v rozpustné. [20,22]

U živočichů se váže na tukovou tkáň. Různé studie ho označují za endokrinní disruptor (při prováděných testech na potkanech se projevila snížená tvorba spermií u samců). [22]

3.2.3 Vliv na zdraví člověka, rizika

Člověk je vystavován parabenům hlavně díky každodennímu používání kosmetických produktů (a to zejména používáním šampónů, mýdel, sprchových gelů a deodorantů). Při aplikaci kosmetického přípravku na poškozenou nebo poraněnou pokožku, nebo u citlivých jedinců může docházet ke kožním reakcím (dermatitidám). [17,21]

Po dlouhou dobu byly parabeny považovány za neškodné, ale později se v některých studiích rozpoutaly diskuse o jejich bezpečnosti. Byly diskutovány z hlediska možného narušování endokrinní činnosti. Endokrinní účinky by mohly zapříčinit poruchu nebo změnu účinku hormonu, metabolismu hormonu a jeho transportu. Tyto látky mohou ovlivnit různé citlivé tkáně, zejména tedy žlázy s vnitřní sekrecí (např. štítnou žlázu). [20,21]

Studie, věnující se vlivu na mužskou plodnost uvádí, že neexistuje žádná spojitost mezi množstvím parabenů v moči, hladinou hormonu a kvalitou spermatu u mužů, kteří se podrobili klinickému testování. [20]

U triclosanu jsou v poslední době diskutovány jeho karcinogenní účinky, tedy vztah ke vzniku nádorových onemocnění. [22]

3.3 Ftaláty

3.3.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin

Ftaláty jsou estery kyseliny ftalové. Jedná se o organické sloučeniny. Používají se hlavně při výrobě plastů (zejména při výrobě polyvinylchloridu – PVC). Za normálních podmínek jsou ftaláty husté a bezbarvé kapaliny, které mají nízkou rozpustnost ve vodě. Dobře se ale rozpouštějí v tucích. Skupina zahrnuje okolo 40 látek s typickými vlastnostmi. Mezi nejznámější zástupce patří dimethyl ftalát, diethyl ftalát, dibutyl ftalát a di-(2-ethylhexyl) ftalát. Jsou používány jako změkčovadla a proto se do výrobků přidávají zejména pro zvýšení jejich ohebnosti a pružnosti. Ftaláty s dlouhým uhlovodíkovým řetězcem jsou označovány za bezpečnější, než ftaláty, které mají menší počet uhlíků. [3,23,24]

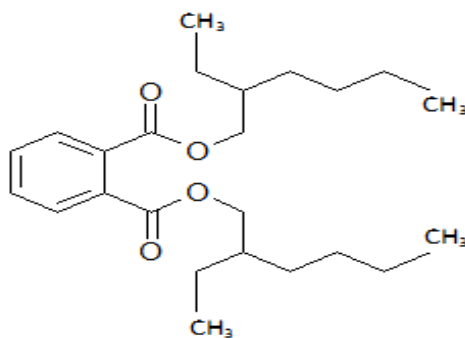
Přestože je jejich používání v produktech denní potřeby zakázáno, dříve byly ftaláty obsaženy v lacích na nehty, antiperspirantech a deodorantech, parfémtech, rtěnkách a vlasových sprejích. Podle amerických studií, které sledovaly výskyt ftalátů v kosmetických prostředcích, byl detekován diethyl ftalát a to u 56 % všech testovaných přípravků. Dnes se s ftaláty setkáváme v levných kosmetických přípravcích, které se dostávají do států Evropské Unie zejména z Číny. [3,23,24]

Dříve se mohly vyskytovat v dětských výrobcích (hračkách a v předmětech pro péči o děti), ale dnes jsou na základě nařízení Evropské unie 67/ 548/EHS zakázány při výrobě hraček pro děti do tří let, a to zejména di-isononyl ftalát (DINP), di-(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP), di-n-oktyl ftalát (DNOP), di-isodecyl ftalát (DIDP), dibutyl ftalát (DBP) a benzyl butyl ftalát (BBP). Výrobky pro děti jsou podrobeny přísné kontrole. [23,24]

Dále se s ftaláty můžeme setkat v domácnostech a obalových materiálech. Je zde riziko, že z obalového materiálu se mohou uvolňovat do kosmetických produktů a člověk si je aplikuje na kůži. Ftaláty tedy tvoří rozšířenou skupinu sloučenin, se kterými jsme téměř v každodenním styku. Celosvětová roční produkce činí přes 1 milion tun. [3,23,24]

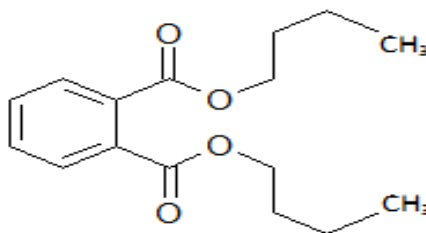
Zdrojem velkého úniku ftalátů je zejména chemický průmysl, který se věnuje právě výrobě plastů. Činnost těchto chemických podniků je důkladně kontrolována a jsou sledovány případně úniky do životního prostředí. [24]

Di-(2-ethylhexyl) ftalát (obr. 6) je bezbarvá až nažloutlá kapalina bez zápachu. DEHP tvoří 40 % produktu z PVC. Do produktů PVC se přidává hlavně z důvodu změkčení. Přítomen může být v tekutých mýdlech, ubrusech, koupelnových závěsech, pláštěnkách a v obalových materiálech. [25]



Obr. 6: Struktura di-(2-ethylhexyl) ftalátu

Dibutyl ftalát (obr. 7) ve zkratce DBP je opět bezbarvá až nažloutlá kapalina s hořkou chutí a je také jako DEHP používán jako změkčovadlo v lacích na nehty a výbušninách. Je dobře rozpustný v organických rozpouštědlech. Díky jeho vlastnostem bylo zakázáno jeho používání při výrobě kosmetických produktů. V ŽP se vyskytuje v půdách. Mimo to se nachází v ovzduší v nových automobilech a domech, kde jsou umístěné materiály, obsahující PVC podlahy. [26]



Obr. 7: Struktura dibutyl ftalátu

3.3.2 Dopady na životní prostředí

Ftaláty jsou v ŽP všudypřítomné a objevují se jako průvodní složka téměř u všech zkoumaných vzorků. Do environmentu se dostávají při jejich výrobě, spotřebě a také likvidaci. Nevážou se pevně v materiálech, a proto volně unikají do životního prostředí. Ftaláty jsou látky perzistentní, což znamená, že jsou v prostředí stálé a dochází k jejich bioakumulaci. Někteří zástupci ftalátů nemají škodlivé účinky na lidský organismus a na prostředí, zatímco další zástupci jsou velice nebezpeční. [3,24]

Di-(2-ethylhexyl) ftalát se do ŽP dostává hlavně z emisí, které vypouštějí továrny vyrábějící DEHP a váže se na půdu a sedimenty. Ve velké koncentraci se vyskytuje v okolí skládek odpadů. U živých organismů se váže na tukovou tkáň a dochází tak k bioakumulaci. [25]

Studie prováděné pro zjištění reprodukční toxicity ftalátů prováděné na březích potkanech potvrdily, že při dávky, které se nezdají být toxické, mají vliv na jejich plodnost. Po dobu testování byly potkanům podávány vybrané ftaláty (di-/2-ethylhexyl/ ftalát, benzyl butyl ftalát, dibutyl ftalát). Právě u těchto ftalátů se potvrdilo narušování pohlavního vývoje mužských potomků potkanů. [27]

3.3.3 Vliv na zdraví člověka, rizika

Pro člověka jsou ftaláty nebezpečné (zejména benzyl butyl ftalát, DBP, DEHP). Do kontaktu s nimi přichází vdechnutím nebo pozřením. Při přímém styku se sliznicí se vstřebávají přímo do krve. Způsobují řadu vážných problémů jako je např. vrozená vada u mužských pohlavních orgánů. U žen ohrožují vývoj plodu. Z těchto důvodů se řadí mezi látky reprotoxické a hormonální disruptory, také se zjistilo, že narušují metabolismus hormonů. V poslední řadě mají negativní účinky na játra, ledviny, plíce a také mají velký vliv na srážlivost krve. [17,23,25]

Di-(2-ethylhexyl) ftalát je potencionální karcinogen (podílí se na rakovině jater), poškozuje endokrinní systém, je toxický pro reprodukci a způsobuje kardiovaskulární problémy. [25]

V případě, že dibutyl ftalát dojde do kontaktu s člověkem, může způsobit podráždění očí nebo kůže. Zatím není prokázáno, že by se mohlo jednat o karcinogen. [26]

Výsledky studií vlivu ftalátů na člověka potvrdili vrozené vady u novorozенých chlapců. Jednalo se o vady močové trubice, nedostatek produkce testosteronu a také změny v genitáliích. [27]

3.4 UV filtry

3.4.1 Základní charakteristika, příklady sloučenin

UV filtry chrání před ultrafialovým zářením (dále jen UV záření), což je světlo s nejkratší vlnovou délkou, které proniká ozonovou vrstvou. Problémy s ubývající ozonovou vrstvou způsobují pronikání stále většího množství krátkovlnného záření. UV záření způsobuje opálení naší pokožky a také tvorbu vitamínu D. Na druhou stranu bylo klasifikováno Světovou zdravotnickou organizací jako karcinogenní. Také může vyvolávat nežádoucí účinky – mutagenní účinky, deprese kůže a organismu a v poslední řadě může zrychlovat stárnutí kůže. Při používání ochranných UV filtrů dochází k odrazení nebo absorbování UV záření. UV filtry ve své struktuře obsahují aromatické jádro. Tato aromatická struktura sloučenin má právě schopnost absorbovat nebo odrazit UV záření. [27,28,29,30]

UV filtry jsou přírodního nebo antropogenního původu. Používají se v kosmetice především pro ochranu před slunečním zářením v opalovacích krémech, ale jsou přidávány i do make-upu a běžných krémů. Při používání UV filtrů v kosmetice jsou podrobeny přísnému posouzení bezpečnosti, kde se zkoumají jejich vlastnosti a zda nejsou toxické. Procházejí testy chronické toxicity, při kterých se zkoumá orální nebo dermální denní dávka. Některé jsou vyhodnoceny jako bezpečné látky a některé jsou klasifikovány jako karcinogenní. UV filtry se nevstřebávají hluboko do pokožky, ale zůstávají na její svrchní části. Tvoří tak „ochranný štít“. UV filtry tvoří dvě skupiny a to organické UV filtry a fyzikální UV filtry. [28,29,30]

Organické UV filtry jsou tvořeny organickými látkami a na rozdíl od fyzikálních UV filtrů, UV záření pohlcují. Záření pohlcují ještě před jeho dopadem na pokožku. Organické filtry jsou hydrofobní a jsou rozpustné v tucích. Zástupci organických UV filtrů jsou oktokrylen a avobenzon. V kosmetickém výrobku je povoleno maximální množství avobenzonu do 5 % a u oktokrylenu do 10 %. [30]

Fyzikální UV filtry, díky svým vlastnostem záření od pokožky odrážejí. Zástupcem fyzikálních UV filtrů je oxid titaničitý a oxid zinečnatý, který je povolen k výrobě kosmetických opalovacích produktů. Dříve byly v kosmetice používány jako běloby, poté se začaly používat do opalovací kosmetiky, ale velikost jejich částic musela být zmenšena na nano částice, aby nezpůsobovaly bílé zbarvení kůže. [30]

Oxid titaničitý (TiO_2) je povolen až do obsahu 25 % kosmetického výrobku. Studie prokázaly, že oxid titaničitý není toxický ani genotoxický. Má dobrou snášenlivost s kůží. Jak už bylo řečeno, do opalovacích krémů se přidává v nano částicích. Studie prokázaly, že se nevstřebává do našeho těla. [28,30]

3.4.2 Dopady na životní prostředí

UV filtry se dostávají do životního prostředí (a to hlavně do vodního ekosystému) buď přímým anebo nepřímým způsobem. Přímě se dostávají uvolňováním z krémů s opalovacím faktorem. Z opalovacích krémů se UV filtry vymývají a dostávají se přímo do vody. Detekovány tedy byly v malém množství v povrchových vodách, kde jsou stabilní. Ve vodách dochází k bioakumulaci a to u ryb, v rybí tkáni. Při testech se u 10 UV filtrů prokázala estrogenní aktivita (estrogenně aktivní látky napodobují samičí hormony a mohou tak negativně působit na plodnost a pohlaví u živočichů). Nepřímě se do přírody dostávají prostřednictvím čističek odpadních vod. [28,29]

3.4.3 Vliv na zdraví člověka, rizika

Dnešní společnost si zakládá na krásně opálené pokožce. Rostoucí obavy z negativního působení UV záření na lidský organismus zapříčinily zvýšené používání UV filtrů v kosmetických produktech. UV filtry, které jsou v kosmetice uváděny na Evropský trh, nesmí mít toxické účinky. Národní a mezinárodní zdravotnické organizace radí, aby byly dostatečně chráněny i děti. Důležité je nevystavovat děti tolik slunečnímu záření, chránit je i ostatními ochrannými prvky (jako jsou čepice a ochranné oblečení) a chránit je opalovacími krémy s vysokým faktorem. Aplikace opalovacích krémů se nedoporučuje u dětí, které jsou mladší jak 6 měsíců. [28,29]

4 MOŽNOSTI STANOVENÍ SLOŽEK KOSMETIKY V ENVIRONMENTÁLNÍCH VZORCÍCH

4.1 Možnosti stanovení parabenů

Parabeny, jakožto konzervační látky se v kosmetických produktech (a nejen v nich) dají stanovit celou řadou instrumentálních metod. Tyto metody zahrnují zejména metody chromatografické, a to jak plynovou tak i kapalinovou chromatografii nejčastěji s hmotnostní detekcí (GC/MS a LC/MS). [31] Využívanou je i kapalinová chromatografie se spektrofotometrickou detekcí (HPLC/DAD). [32] Z dalších metod je možno uvést například micelární elektrokinetickou kapilární chromatografii [33] nebo kapilární elektroforézu (CE). [34]

Protože byla v experimentální části předkládané bakalářské práce používána chromatografická metoda, HPLC/DAD, ke sledování parabenů ve vzorcích odpadních vod, bude v následujícím textu blíže popsána právě tato metoda.

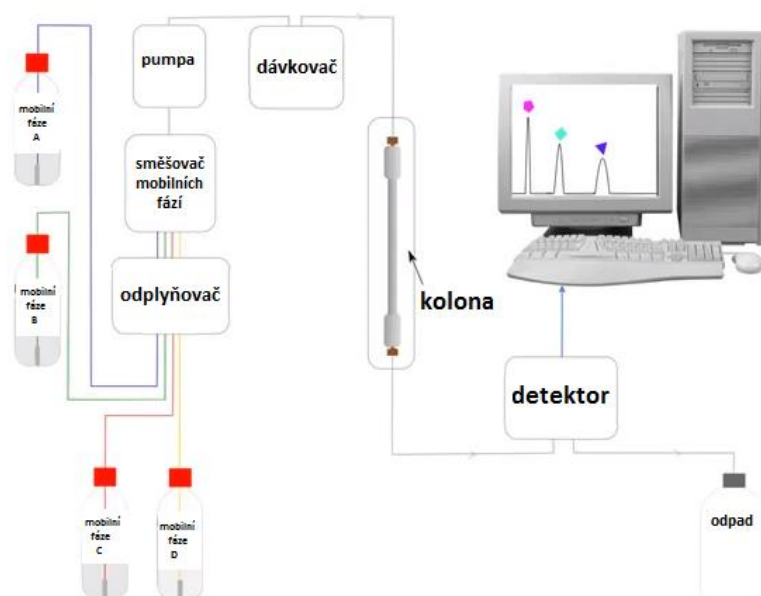
Chromatografie patří mezi nejběžněji používanou metodu, jde o analytickou a fyzikálně chemickou separační metodu, která rozděluje složité směsi látek na jednotlivé složky. Základním principem chromatografie je dělení složek směsi mezi dvě fáze – mobilní (pohyblivou) a stacionární (nepohyblivou) fázi. Chromatografické metody se rozdělují podle různých kritérií – chromatografii je možno dělit podle různých hledisek, např.:

1. povahy mobilní fáze (kapalinová chromatografie, plynová chromatografie)
2. způsobu provedení (plošné uspořádání, na koloně)
3. účelu (preparativní, analytická)
4. typu vzájemným interakcí (adsorpční, rozdělovací, iontově výměnná, afinitní, gelová, permeační)
5. podle eluce (eluční /isokratická, gradientová/, vytěšňovací, frontální). [35]

Prostřednictvím chromatografických technik je možno získat kvalitativní a kvantitativní informace. Z kvalitativních dat jsou důležité charakteristiky retenční čas nebo retenční objem, které jsou pro každou látku za přesně definovaných podmínek dány. Spíše než pro kvalitativní analýzu se chromatografie využívá (prakticky výhradně) pro analýzu kvantitativní. Pro kvantitativní vyhodnocení se často využívá metoda kalibrační křivky. Kalibrační křivka se připraví proměřením standardních roztoků o různé koncentraci – pro kvantifikaci je důležitá plocha popřípadě výška peaku. Ze směrnice kalibrační přímky je pak možno spočítat obsah/koncentraci analytu v neznámém vzorku. [35]

HPLC/DAD

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s detektorem diodového pole (HPLC/DAD) je metoda, kterou lze využít pro stanovení celé řady polutantů přítomných v environmentálních vzorcích. Je to technika, která bývá hojně využívána pro stanovení parabenů ve vzorcích (krémů, vod, půd, ovzduší, atd.). Na obrázku je zjednodušené schéma kapalinového chromatografu. [35]



Obr. 8: Schéma kapalinového chromatografu

(převzato od <https://www.youtube.com/watch?v=I-CdTU5X4HA>)

Kapalinovým chromatografem protéká mobilní fáze (směs rozpouštědel), která je vedena ze zásobních, často skleněných, lahví pumpou (ve většině HPLC systémů jsou vysokotlaká pístová čerpadla) přes odplyňovací zařízení (degasser) do dávkovací části. V dávkovací části proběhne pomocí automatického dávkovače (autosampleru) nadávkování vzorku do mobilní fáze a tyto jsou spolu odváděny vysokotlakou pumpou do kolony. V koloně (obsahuje stacionární fázi) probíhá separace směsi látek na jednotlivé složky. Na kolonu je kladeno několik požadavků, musí být chemicky inertní a musí odolávat vysokým tlakům. Délka kolony se volí podle druhu použitého sorbentu. Čím je velikost sorbentu menší, tím kratší kolony se používají. Jednotlivé složky vystupující z kolony poté vstupují do detektoru. Detektor diodového pole patří mezi spektrofotometrické detektory, které jsou založeny na absorpci záření v oblasti vlnových délek 190 – 800 nm. Na rozdíl od klasických UV/VIS spektrofotometrických detektorů, DAD snímá celé spektrum v reálném čase bez přerušení chromatografické separace. Konečné výsledky jsou vyhodnocovány a zpracovávány v počítači. Chromatogram, záznamem z detektoru, je závislost odezvy detektoru na čase. [35]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo poskytnout přehled o možných negativních dopadech vybraných složek kosmetiky na životní prostředí a lidské zdraví.

V práci jsou zmíněny i možnosti stanovení parabenů (nejčastěji používaných konzervačních činidel v kosmetice) v environmentálních vzorcích.

Experimentální práce je zaměřena na screeningovou analýzu parabenů (methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu) ve vzorcích odpadních vod (před a po průchodu této vody čistícím zařízením) metodou HPLC/DAD.

6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Analýza parabenů ve vzorku odpadní vody byla provedena ve společnosti, která je distributorem a dodavatelem surovin pro chemický, farmaceutický, kosmetický a potravinářský průmysl v České republice. Svou činnost provádí již od roku 1998, kdy fungovala jako dodavatel surovin již pro zmiňované průmysly. Do dnes patří mezi hlavní distributory chemických surovin. Zákazníkům nabízí technickou i logistickou podporu. Svou působnost v nedávné době rozšířila o vlastní výrobní sektor, ve kterém probíhá výroba kosmetických výrobků. Společnost disponuje vybavenou laboratoří, kde se kromě měření parametrů vyrobených hmot provádí vývoj a inovace receptur. [36]

Dále je firma držitelem tří certifikátů ISO (Certifikát ISO 9001 – certifikace systému managementu kvality, ISO 14001 – ISO týkající se environmentálního managementu a ISO 22716 – „good manufacturing practices“ což v překladu znamená „správná výrobní praxe“ v kosmetickém průmyslu). [36]

Jelikož jsem v této společnosti (a to přímo v laboratoři) absolvovala povinnou školní praxi, nebylo pro mě prostředí cizí a již jsem byla seznámená s chodem laboratoře i některými přístroji. Své znalosti jsem si doplnila o zbývající přístroje, se kterými jsem v průběhu své praxe nepřišla do kontaktu a také jsem si doplnila znalosti o tom jak provádět jednotlivá měření.

Analýza parabenů byla uskutečněna pomocí kapalinového chromatografu HPLC/DAD (vysokoúčinného kapalinového chromatografu s detektorem diodového pole).

7 POUŽITÉ MATERIÁLY A CHEMIKÁLIE

Použité materiály:

- odměrné baňky (20 ml, 50 ml, 100 ml)
- papírový filtr
- syringe filtr (0,45 μm)
- nylonový membránový filtr (0,45 μm)
- mikropipeta (100 – 1000 μl), výrobce: Biohit
- mikropipeta (20 – 100 μl), výrobce: Biohit
- skleněné pipety (1 ml, 5 ml, 10 ml)
- vialky (1,5 ml)
- plastové stříkačky
- lahve z borosilikátového skla
- rukavice

Použité chemikálie:

- Tetrahydrofuran, zakoupeno od: Sigma Aldrich (Velká Británie)
- Methanol, zakoupeno od: Sigma Aldrich (Německo)
- Acetonitril, zakoupeno od: Sigma Aldrich (Německo)
- Methylparaben, zakoupeno od: Sigma Aldrich (USA)
- Ethylparaben, zakoupeno od: Sigma Aldrich (Německo)
- Propylparaben, zakoupeno od: Sigma Aldrich (Japonsko)
- Ethanol (absolutní), zakoupeno od: VWR Chemicals (Francie)

8 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

- Filtrační sestava se silikonovou zátkou, výrobce: Fisherbrand
- Ultrazvuk (Ultrasonic cleaner), dodavatel: Ultrazvuk s.r.o.
- Analytické váhy, výrobce: KERN & Sohn GmbH
- Horkovzdušná sušárna (memmert), výrobce: Fisher Scientific

HPLC/DAD

HPLC systém: Software (LCsolution Version1.25, Shimadzu, Japonsko), řídicí jednotka (Prominence communications bus module CBM-20A, Shimadzu, Japonsko), detektor (Prominence diode array detector SPD-M20A, Shimadzu, Japonsko), autosampler se smyčkou 50 μ l (Prominence auto sampler SIL-20AC, Shimadzu, Japonsko), vyhřívání kolony (Prominence column oven CTO-20AC, Shimadzu, Japonsko), degasser mobilní fáze (Prominence degasser DGU-20A5, Shimadzu, Japonsko), pumpy (Prominence Liquid chromatograph LC-20AT, Shimadzu, Japonsko)



Obr. 9: Kapalínový chromatograf HPLC

(zdroj vlastní)

9 PARAMETRY ANALÝZY

9.1 Odběr a příprava vzorků

Vzorky byly odebrány pomocí plastové stříkačky z čistícího zařízení. Vzorek č. 1 obsahoval vodu před čištěním a vzorek č. 2 obsahoval vodu po čištění. Vzorky odpadních vod se od sebe značně lišily. Nepřečištěná odpadní voda byla voda zakalená, obsahovala mechanické nečistoty a byla oparfémovaná. Přečištěná odpadní voda byla zbavená nečistot.

Po odběru vzorků byla provedena úprava vzorků formou filtrace. Vzorek č. 1 byl nejprve přefiltrován přes skládaný papírový filtr za účelem odstranění hrubých mechanických nečistot. Druhé filtrování bylo provedeno přes Syringe filtr (0,45 μm). Vzorek č. 2 byl zfiltrován přímo přes Syringe filtr. Oba vzorky byly poté řádně označeny a použity pro další experimenty.

Vzorek č. 1 a č. 2 byly rozděleny na dvě stejné poloviny. Vzorek A (první polovina vzorku č. 1) obsahoval odpadní vodu před čištěním a vzorek B (druhá polovina vzorku č. 1) obsahoval vodu před čištěním se standardním přídatkem parabenů. Vzorek C (první polovina vzorku č. 2) obsahoval odpadní vodu po čištění a vzorek D (druhá polovina vzorku č. 2) obsahoval odpadní vodu po čištění se standardním přídatkem parabenů. K 500 μl vzorků B a D bylo přidáno 20 μl pracovního roztoku 3 (PR 3, viz dále) jednotlivých parabenů (methylparaben: 10,46 mg.l^{-1} , ethylparaben 10,8 mg.l^{-1} a propylparaben 9,56 mg.l^{-1}). V případě, že by ve vzorku B a D nebyl žádný paraben přítomen, byly by výsledné koncentrace jednotlivých parabenů ve vzorcích po přídatku takové, jaké uvádí tabulka 1.

Metoda standardního přídatku je taková metoda, kdy se ke vzorku přidává známé množství stanovované látky. Z plochy peaku látky obsažené ve vzorku a z plochy peaku po přidání definovaného množství látky ke vzorku lze vypočítat množství látky v původním vzorku. Tato metoda umožňuje eliminovat změny složení během úpravy a čištění vzorku. [37] Metoda standardního přídatku byla v této práci použita z důvodu ověření výskytu parabenů (zda dojde k nárůstu plochy peaku, u něhož byla domněnka, že jde o paraben).

Tab. 1: Standardní přídatek parabenů

STANDARDNÍ PŘÍDAVEK PARABENŮ			
	Methylparaben [mg.l^{-1}]	Ethylparaben [mg.l^{-1}]	Propylparaben [mg.l^{-1}]
Koncentrace v 520 μl vzorku (500 μl vzorku + 20 μl PR 3)	0,40	0,41	0,36

9.2 Příprava mobilní fáze

Mobilní fáze byla tvořena směsí tetrahydrofuranu, demineralizované vody, methanolu, acetonitrilu v poměru 5 : 60 : 10 : 25 (V : V : V : V). Následně byla směs zfiltrována přes nylonový membránový filtr (0,45 μm) a odvzdušněna v ultrazvuku.

9.3 Příprava zásobních roztoků

Jednotlivé standardy parabenů byly naváženy na analytických váhách. Navážky jednotlivých parabenů byly kvantitativně převedeny do odměrných baněk (100 ml). Baňky poté byly po rysku doplněny směsí ethanolu a demineralizované vody v poměru 9 : 1 (V : V). Jednotlivé navážky a koncentrace zásobních roztoků sumarizuje tabulka 2.

Tab. 2: Příprava 100 ml zásobního roztoku (ZR) jednotlivých parabenů

Zásobní roztok		
	Navážka [mg]	Koncentrace ZR [mg.100 ml ⁻¹]
Methylparaben	52,3	52,3
Ethylparaben	54	54
Propylparaben	47,8	47,8

9.4 Příprava pracovních roztoků

V dalším kroku byly zásobní roztoky použity pro přípravu šesti pracovních roztoků o koncentracích uvedených v tabulce 3. Do odměrných baněk o objemu 100 ml bylo odměřeno pomocí mikropipety (0,1 ml) a skleněných pipet (1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml a 20 ml) množství jednotlivých zásobních roztoků uvedené v tabulce 3. Množství bylo doplněno 90% ethanollem až po rysku odměrné baňky. Poté byla směs z jednotlivých odměrných baněk nadávkována do předem čísly označených vialek. Vzorky byly odebírány pomocí mikropipety (100 – 1000 μl).

Tab. 3: Příprava 100 ml pracovních roztoků (PR)
jednotlivých parabenů

Pracovní roztok			
		Pipetovaný objem ZR [ml]	Koncentrace PR [mg.l ⁻¹]
Methylparaben	PR 1	0,1	0,523
	PR 2	1	5,23
	PR 3	2	10,46
	PR 4	5	26,15
	PR 5	10	52,3
	PR 6	20	104,6
Ethylparaben	PR 1	0,1	0,54
	PR 2	1	5,4
	PR 3	2	10,8
	PR 4	5	27
	PR 5	10	54
	PR 6	20	108
Propylparaben	PR 1	0,1	0,478
	PR 2	1	4,78
	PR 3	2	9,56
	PR 4	5	23,9
	PR 5	10	47,8
	PR 6	20	95,6

9.5 Příprava blanku

Blank tzv. „slepý vzorek“ je směs rozpouštědel, který se při analýze používá jako vzorek s nulovou koncentrací. Pomocí mikropipety bylo do vialky nadávkováno 980 µl 90% ethanolu.

10 PODMÍNKY A PRŮBĚH ANALÝZY

Před začátkem měření byla chromatografická kolona ekvilibrována používanou mobilní fází. Dále byl naplněn zásobník (autosampler) jednotlivými ve vialkách připravenými vzorky – jeden blank, šest směsí pracovních roztoků o různých koncentracích, vzorek přečištěné odpadní vody, vzorek nepřečištěné odpadní vody, vzorek přečištěné odpadní vody se standardním přídatkem a vzorek nepřečištěné odpadní vody se standardním přídatkem parabenů.

Vzorky byly separovány na koloně Nucleosil 100-5 C18 (250x4mm, 5 μ m, Merck), která byla temperována na 27 °C. Průtok mobilní fáze byl 1,5 ml.min⁻¹. Vzorky byly dávkovány v objemu 10 μ l a detekovány při vlnové délce 280 nm. Doba analýzy byla 22 minut.

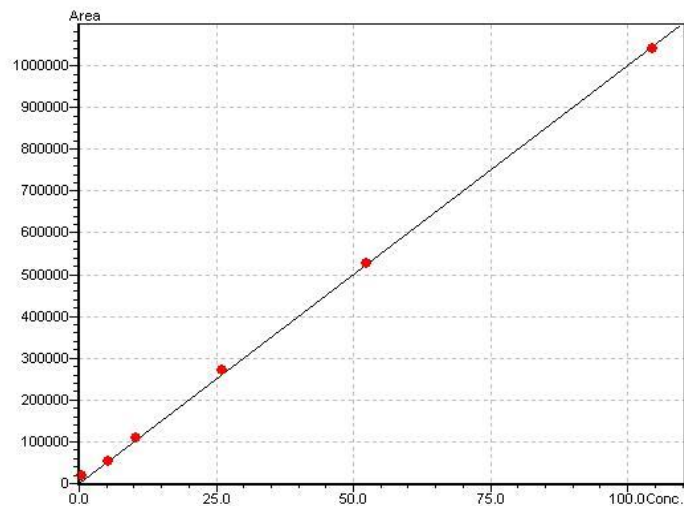
10.1 Identifikace jednotlivých látek

Pro zjištění retenčních časů jednotlivých parabenů (methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu) byly nejprve analyzovány vzorky jednotlivých standardů.

10.2 Sestavení kalibrační křivky

Kalibrační křivka je grafické znázornění závislosti plochy peaku daného parabenu na koncentraci této látky přítomné v měřeném vzorku. Pro sestavení kalibračních křivek byly použity tzv. standardní roztoky, šlo o standardy jednotlivých parabenů (methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu) v 6 známých koncentracích (viz tabulka 3).

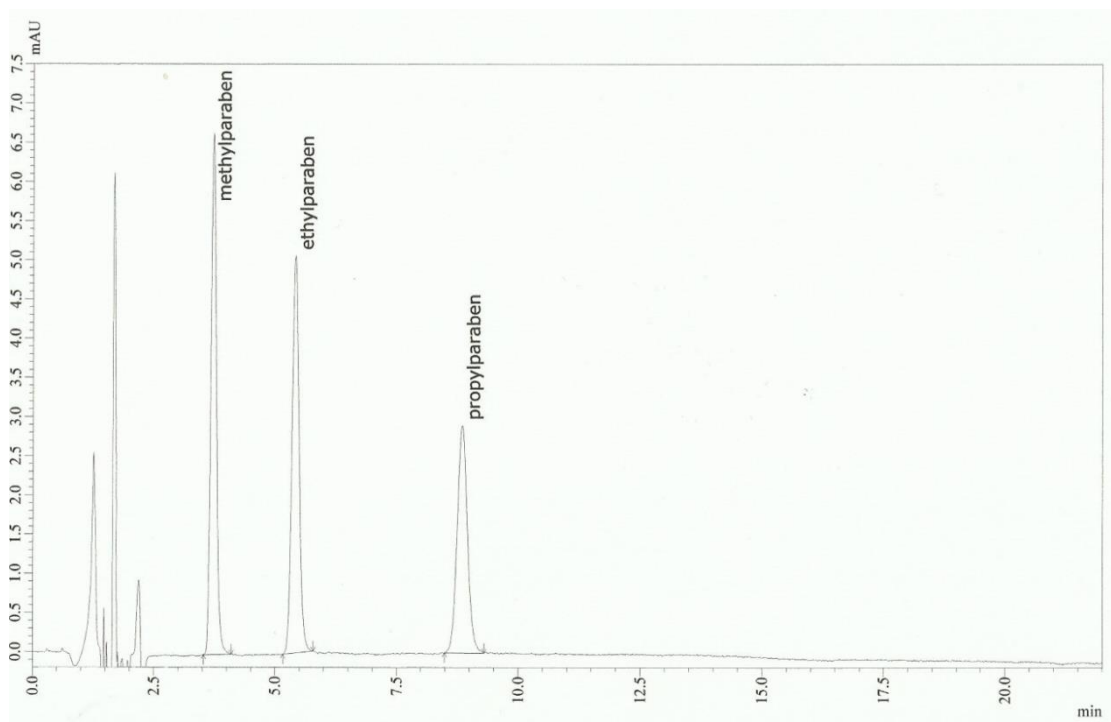
Pomocí software pro vyhodnocení chromatografických dat byly z kalibračních křivek odečteny výsledné koncentrace parabenů v neznámých vzorcích (tedy ve vzorku nepřečištěné odpadní vody /vzorek A/, vzorku přečištěné odpadní vody /vzorek C/, vzorku nepřečištěné odpadní vody se standardním přídatkem parabenů /vzorek B/ a vzorku přečištěné odpadní vody se standardním přídatkem /vzorek D/). Ukázkou kalibrační křivky pro methylparaben znázorňuje obrázek 10.



Obr. 10: Kalibrační křivka pro methylparaben

10.3 Identifikace jednotlivých parabenů ve vzorcích odpadní vody

Jednotlivé parabeny byly identifikovány na základě jejich retenčních časů, jež byly odečteny z chromatogramů. Na obrázku 11 je názorná ukázka vyhodnocení rozdělení látek jednoho z pracovních (kalibračních) roztoků.

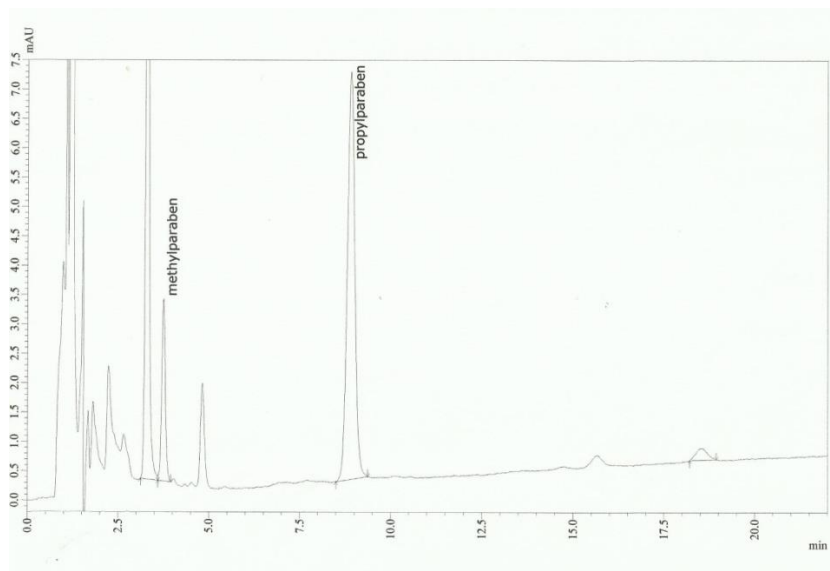


Obr. 11: Chromatografický záznam separace jednotlivých parabenů

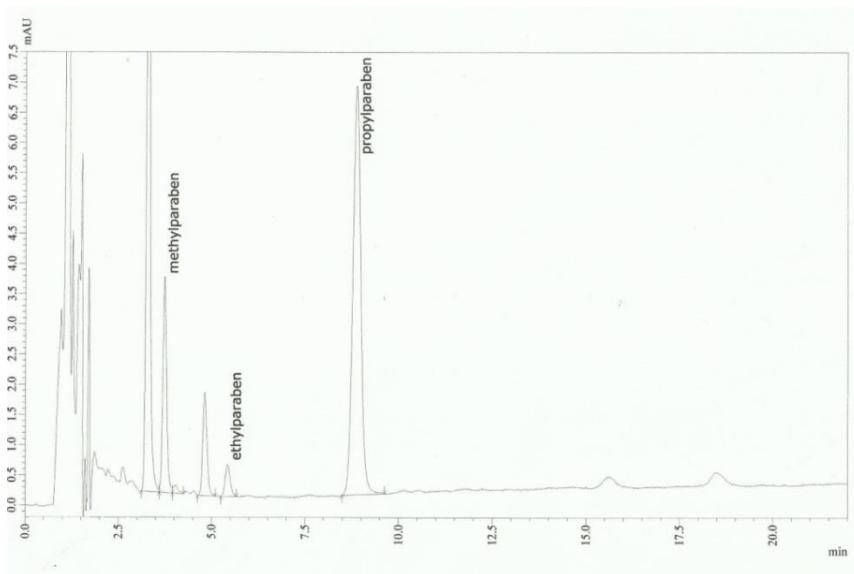
(methylparaben $R_t=3,73$ min; ethylparaben $R_t=5,44$ min; propylparaben $R_t= 8,90$ min)

11 VÝSLEDKY A DISKUSE

Pomocí metody HPLC/DAD byl proveden screening přítomnosti parabenů, konkrétně methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu ve vzorcích odpadních vod z kosmetického průmyslu před vstupem a po výstupu čistícím zařízením. Nejprve byly připraveny potřebné vzorky jednotlivých standardů. Ze zásobních roztoků byly připraveny pracovní standardy (pracovní roztoky), jež byly použity pro sestavení kalibrační křivky, ze které byly následně odečítány koncentrace jednotlivých parabenů v neznámém vzorku. Neznámými vzorky tedy byly: vzorek odpadní vody před čištěním (vzorek A), vzorek odpadní vody před čištěním se standardním přídatkem parabenů (vzorek B), vzorek odpadní vody po průchodu čistícím zařízením (vzorek C) a vzorek odpadní vody po průchodu čistícím zařízením se standardním přídatkem parabenů (vzorek D). Metoda standardního přídatku zde byla využita k ověření toho, zda se skutečně jedná o sledovaný paraben (sledováno z případného nárůstu plochy peaku ve vzorku po přídatku téže látky). Z prvotních analýz vyplynulo, že retenční časy (R_t) jednotlivých parabenů jsou následující: methylparaben 3,73 min, ethylparaben 5,44 min a propylparaben 8,90 min. Jednotlivé záznamy analýz dokumentují obr. 12 – 15.



Obr. 12: Chromatogram vzorku odpadní vody před čištěním (methylparaben $R_t=3,73$ min, plocha peaku: 21778; propylparaben $R_t=8,90$ min, plocha peaku: 98630)



*Obr. 13: Chromatogram vzorku odpadní vody před čištěním
se standardním přídatkem*

(methylparaben $R_t=3,73$ min, plocha peaku: 25927;

ethylparaben $R_t=5,44$, plocha peaku: 4906;

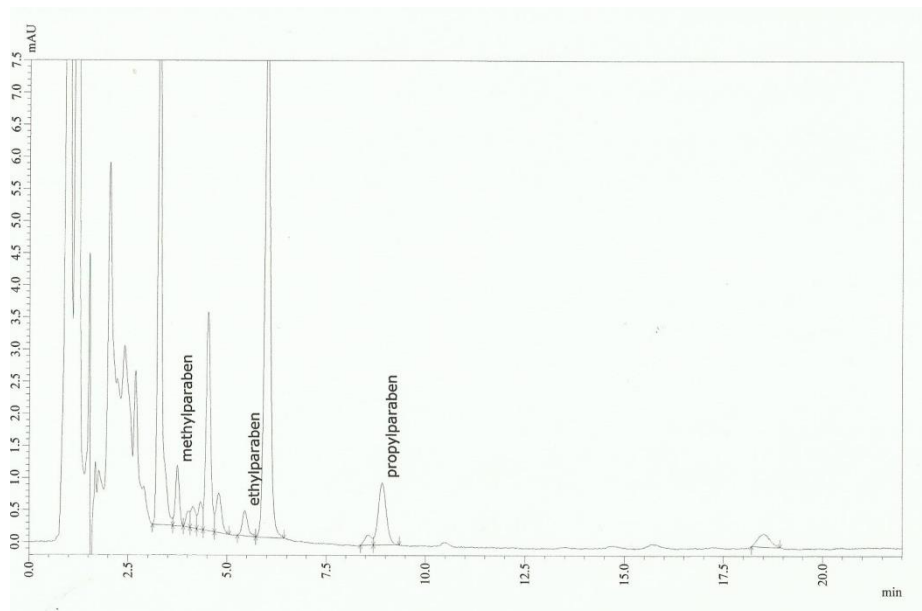
propylparaben $R_t=8,90$, plocha peaku: 99696)

Z naměřených dat vyplývá, že ve vzorku A (odpadní voda před čištěním) byl přítomen pouze methylparaben a propylparaben (viz obr. 12). To se potvrdilo nárůstem plochy peaků ve stejných retenčních časech (3,73 a 8,90 min) po přidavku standardů jednotlivých parabenů. Na záznamu (viz obr. 13) je po přidavku ethylparabenu pozorován i peak této látky ($R_t= 5,44$ min). To potvrdilo, že ethylparaben skutečně ve vzorku A nebyl (nebo byl pod hodnotou detekčního limitu). Odečtené hodnoty koncentrací jednotlivých parabenů ve vzorku sumarizuje tabulka 4.

Tab. 4: Koncentrace parabenů ve vzorcích před čištěním

Vzorky před čištěním		
	Koncentrace ve vzorku A [mg.l ⁻¹]	Koncentrace ve vzorku B [mg.l ⁻¹]
Methylparaben	2,07	2,47
Ethylparaben	0,00	0,52
Propylparaben	11,21	11,33

Stejným způsobem byly analyzovány i vzorky odpadní vody, která prošla čistícím zařízením. Ze záznamu analýzy (obr. 14) je patrné, že v tomto vzorku (vzorku C) byly přítomny methylparaben, ethylparaben a propylparaben. Pro ověření správnosti výsledku byly také v tomto případě analyzovány vzorky s přidavkem standardů daných parabenů. Jak se ukázalo (viz obr. 15), vzrostla plocha peaku methylparabenu ($R_t=3,73$ min), ethylparabenu ($R_t=5,44$ min) i propylparabenu ($R_t=8,90$ min). Koncentrace jednotlivých parabenů ve vzorcích (C a D) sumarizuje tabulka 5.

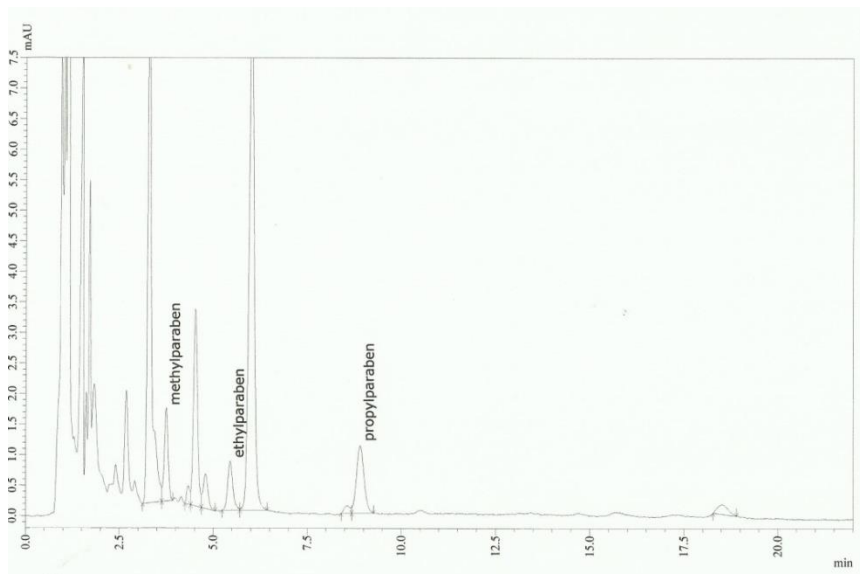


Obr. 14: Chromatogram vzorku odpadní vody po čištění

(methylparaben $R_t=3,73$ min, plocha peaku: 6405;

ethylparaben $R_t=5,44$ min, plocha peaku: 3671;

propylparaben $R_t=8,90$ min, plocha peaku: 13472)



*Obr. 15: Chromatogram vzorku odpadní vody po čištění
se standardním přídatkem*

(methylparaben $R_t=3,72$ min, plocha peaku: 10828;

ethylparaben $R_t=5,41$ min, plocha peaku: 7556;

propylparaben $R_t=8,85$ min, plocha peaku: 15365)

Tab. 5: Koncentrace parabenů ve vzorcích po čištění

Vzorky po čištění		
	Koncentrace ve vzorku C [mg.l ⁻¹]	Koncentrace ve vzorku D [mg.l ⁻¹]
Methylparaben	0,61	1,03
Ethylparaben	0,39	0,80
Propylparaben	1,54	1,74

Ze získaných výsledků (viz tabulka 4 a 5) je také patrné, že vzorek odpadní vody obsahoval před vstupem do čistícího zařízení (vzorek A) větší množství parabenů (methylparaben a propylparaben) než vzorek, který ze zařízení vystupoval (vzorek C). Po průchodu čistícím zařízením klesla koncentrace methylparabenu ve vzorku o 70 %, v případě propylparabenu dokonce o 86 %. Toto se ale nepotvrdilo u ethylparabenu, jehož koncentrace po průchodu čistícím zařízením naopak stoupla. Protože se ale jednalo pouze o zjištění orientační (vzorek byl analyzován pouze jednou) nelze vyloučit chybu stanovení, proto nelze z těchto zjištění vyvozovat žádné velké závěry a pokus by bylo potřeba znovu zopakovat.

K získaným výsledkům je potřeba říci, že jsou to výsledky pouze orientační, protože se jednalo o screeningovou metodu.

Ve vzorcích odpadních vod byly tedy detekovány parabeny v koncentracích mg.l^{-1} . Pokud se zabýváme koncentracemi v ŽP (například koncentracemi parabenů v povrchových vodách), jedná se o koncentrace výrazně nižší (ng.l^{-1}). Do povrchových vod se parabeny dostávají díky vypouštění nepřečištěných odpadních vod přímo do řek. Při prováděné detekci parabenů v povrchových vodách byl zjištěn největší výskyt methylparabenu a propylparabenu. Koncentrace parabenů je ve vodách proměnlivá a záleží také na ročním období. V období sucha, kdy je průtok řeky nižší, jsou sloučeniny rozpuštěny v menším objemu vody, což má za následek zvýšení jejich koncentrace ve vodě. Koncentrace methylparabenu a propylparabenu v čínských povrchových vodách dosahuje hodnot 1062 ng.l^{-1} pro methylparaben a 3142 ng.l^{-1} pro propylparaben. [20]

V Evropské Unii jsou tyto hodnoty odlišné. Maximální koncentrace parabenů, které byly detekovány v evropských řekách, byly výrazně nižší, a to od 15 ng.l^{-1} do 400 ng.l^{-1} pro methylparaben a od 10 ng.l^{-1} do 69 ng.l^{-1} pro propylparaben. [20] V dnešní době se do výrobních závodů zavádějí technologická řešení v podobě čističek odpadních vod. Díky tomu je eliminováno riziko, že se do životního prostředí dostanou vody kontaminované parabeny.

Součástí mé bakalářské práce bylo i zkušebně zjistit, zda tak nízké koncentrace (ng.l^{-1}) jsou detekovatelné metodikou HPLC/DAD, kterou jsem v práci využívala. K provedení měření se vycházelo z koncentrací parabenů naměřených v evropských vodách. Z rozmezí detekovaných koncentrací 15 ng.l^{-1} - 400 ng.l^{-1} (viz výše) byla vybrána koncentrace 200 ng.l^{-1} .

K přípravě „arteficiálního“ vzorku byla použita 1000 ml odběrná baňka. Baňka byla naplněna po rýsku demineralizovanou vodou. Do tohoto množství vody bylo pomocí mikropipety (20 – 100 μl) nadávkováno 20 μl pracovního roztoku 3 (standard methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu). Následně byla směs demineralizované vody a parabenů promíchána a pomocí mikropipety bylo nadávkováno množství 1000 μl do vialky. Vialka se přidala do zásobníku, a její obsah byl analyzován. Koncentrace jednotlivých parabenů v připraveném vzorku jsou uvedeny v tabulce 6.

*Tab. 6: Koncentrace parabenů v uměle připraveném vzorku
(demineralizovaná voda + standardy parabenů)*

Koncentrace parabenů v uměle připraveném vzorku	
	Koncentrace [ng.l⁻¹]
Methylparaben	209,2
Ethylparaben	216
Propylparaben	191,2

Vzorek, který byl připraven přidáním standardů parabenů do demineralizované vody, byl analyzován za stejných podmínek jako vzorky odpadních vod. Ukázalo se, že na záznamu nebyl žádný viditelný peak. Detekční limit (LOD – limit of detection) je takové množství (koncentrace) analytu, které způsobí změnu signálu v rozsahu trojnásobku velikosti šumu. [38]

Detekční limit této metody bude podstatně výše než 200 ng.l⁻¹ (analyzovaná koncentrace). V případě, že by měly být touto metodikou analyzovány vzorky povrchových vod, kde je předpokládána koncentrace parabenů právě v ng.l⁻¹, bylo by potřeba vzorek před analýzou vhodně upravit (extrahovat, zakonzentrovat). Jednou z technik, která v posledních letech vytlačuje klasickou extrakci kapalina-kapalina (LLE) je technika SPE (extrakce pevným sorbentem /solid phase extraction/). SPE je moderní účinná obohacovací/koncentrační technika odběru vodných vzorků. Výhodou SPE je práce s malými objemy vzorků, jedno-

duché provedení, nižší spotřeba organických rozpouštědel, snadné skladování a transport vzorků předkoncentrovaných na kolonách. Provedení SPE se skládá z pěti kroků.

V prvním kroku je kolona kondicionována – pevná fáze je aktivována pro interakci se složkami vzorku (propláchnutí kolony předepsaným rozpouštědlem). V druhém kroku následuje dávkování vzorku – žádaná skupina látek se selektivně sorbuje (podle druhu pevné fáze dochází ke specifickým interakcím s látkami ve vzorku). Nesorbované látky prochází volně kolonou. Poté ve třetím kroku následuje promytí kolony, kdy pomocí vhodného rozpouštědla jsou z kolony vymyty zbytky matrice vzorku (vše co se nesorbovalo). V některých případech, zejména pokud se výrazně liší promývací roztok od elučního, je třeba kolonku vysušit. Posledním krokem je pak eluce (vymývání), kdy dochází k selektivní desorpci žádaných látek. Eluát je jímán a dále upravován (např. zakoncentrovávám pod proudem dusíku) pro potřeby analýzy; nejčastěji právě analýzy chromatografické. [39]

Techniku SPE pro úpravu různých vzorků využily např. Irena Baranowska a Iwona Wojciechowska (2013), které analyzovaly parabeny ve vzorcích kosmetických přípravků, farmaceutických výrobků a ve vzorcích povrchových vod pomocí metody HPLC/DAD. Analyzované vzorky ze životního prostředí, byly povrchové vody, které pocházely z několika polských řek a jezer. [40]

Rovněž Shaogang Chu a Chris D. Metcalfe (2007) využily techniku SPE pro extrakci složek kosmetiky z různých matric pro stanovení koncentrace triclosanu v kalu z komunálních čistíren odpadních vod a biologicky pevných materiálů následně využily metodu kapalinové chromatografie s hmotnostní detekcí (LC/MS). Vzorky kalu byly shromážděné ze čtyř komunálních čistíren odpadních vod v Kanadě. [41]

Techniku SPE také využil Iria González-Marino a kol. (2011) při posouzení biologické rozložitelnosti parabenů v odpadních vodách. Vzorky odpadních vod byly odebrány ve třech různých čistírnách odpadních vod. Pro vlastní analýzu byla využita metoda LC/MS. [42]

Vedle klasické SPE, se začala využívat i technika SPME (mikroextrakce tuhou fází /solid phase microextraction/). Tato technika byla vyvinuta speciálně pro spojení s chromatografickými metodami (GC, LC). Princip SPME je shodný s klasickou SPE ale liší se technikou provedení. U techniky SPME je sorbent nanesen na krátkém úseku křemenné kapiláry ve formě tenkého filmu. Při odběru vzorků dochází k zasunutí sorpční kapiláry do kapalného vzorku, nebo je možno držet kapiláru nad hladinou (head space analýza), což je vhodné zejména při sorpci těkavých látek. [39]

Technika SPME byla využita v řadě studií, jejichž součástí byla právě analýza parabenů.

Tuto techniku ve své práci využili Ting Fei a kol. (2011), kteří stanovovali parabeny v několika kosmetických produktech (opalovací mléko, krém na ruce, atd.). Vzorky byly analyzovány pomocí metody UHPLC/DAD. [43]

Dále byla technika SPME popsána v práci Priscilla Rocío-Bautista a kol. (2015), kteří analyzovali parabeny ve vzorcích, jako jsou, pitná voda, voda z bazénu, lidská moč (od dvou dobrovolníků) a z kosmetických krémů metodou HPLC/DAD. Analyzované vody byly shromážděny z různých míst z ostrova Tenrife. [44]

Důvod, proč jsem si chromatografickou analýzu vybrala, bylo poukázat na její využití nejen v kosmetickém průmyslu, ale také při monitoringu a ochraně životního prostředí. Starosti o zachování zdravého prostředí stále rostou. V poslední době výzkumy ukazují na možné účinky chemikálií v životním prostředí. Látky mohou přetrvávat v prostředí a mohou mít biologickou aktivitu. Právě proto je důležité mít přehled o výskytu chemických látek ve vzduchu, vodě, sedimentech a odpadních kalcích. Analytická kontrola sama o sobě nepřináší snížení kontaminace, ale je nutným výchozím bodem pro jakékoliv rozhodnutí. Jsou to právě spolehlivé výsledky různých analytických metod, které mohou říct, jaký je vývoj znečištění, kam jsou chemikálie transportovány nebo zda se projevilo zavedení nějaké nové technologie. Nové instrumentální metody analytické chemie jsou neustále vyvíjeny a ty stávající jsou neustále zdokonalovány, takže v dnešní době již není problém detekovat množství analytů v jednotkách ng.l^{-1} nebo pg.l^{-1} . [45]

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo poskytnout přehled o možných negativních dopadech vybraných složek kosmetiky na životní prostředí a lidské zdraví. Těmito vybranými složkami byly: povrchově aktivní látky, antimikrobiální látky, ftaláty a UV filtry. U řady těchto složek jsou popisovány negativní vlivy na životní prostředí – mezi tyto vlivy patří zejména perzistence (např. u triclosanu nebo ftalátů), bioakumulace (např. u ftalátů, UV filtrů nebo neionických tenzidů), ale také endokrinní disrupce (jako např. u ftalátů nebo triclosanu). Dopady na zdraví člověka jsou rovněž bedlivě sledovány, zejména z důvodů možných karcinogenních účinků některých složek (např. u některých UV filtrů nebo triclosanu).

V posledních letech roste zájem o analýzu nejen produktů kosmetiky z hlediska obsahu výše uvedených složek, ale také o stanovení těchto látek v environmentálních vzorcích. Protože jsou složky kosmetiky přítomny ve velmi nízkých koncentracích (ng.l^{-1} , pg.l^{-1}), zvláště v environmentálních vzorcích, je úprava vzorků často spojována s přečištěním a zakoncentrováním analytu (často se využívají metody SPE nebo SPME). Z moderních metod instrumentální analýzy lze složky kosmetiky analyzovat různými metodami, nicméně nejčastěji využívané bývají zejména metody chromatografické (GC/MS, LC/MS, LC/DAD).

V praktické části této bakalářské práce byla provedena screeningová analýza parabenů (methylparabenu, ethylparabenu a propylparabenu) v odpadní vodě v subjektu firmy, která je významným distributorem a dodavatelem surovin pro chemický, farmaceutický, kosmetický a potravinářský průmysl v ČR. Analýza parabenů byla v odpadní vodě (před a po průchodu této vody čistícím zařízením) provedena metodou HPLC/DAD. Výsledky ukázaly, že v přečištěném vzorku došlo k úbytku jednotlivých parabenů (methylparabenu a propylparabenu) o několik desítek procent; to poukazuje na důležitost přítomnosti čistících zařízení odpadních vod v jednotlivých firmách.

Poznatky a informace ze studií, které jsou v práci uvedeny, potvrzují, že zájem o zmiňované složky kosmetiky je oprávněný. V budoucnu budou s největší pravděpodobností pokračovat i další výzkumy pro zhodnocení ekotoxikologických účinků těchto látek nejen pro organismy, ale i jejich populace a celý ekosystém.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BERGER, Josef. *Ekologie: Učebnice pro gymnázia a střední odborné školy*. České Budějovice: KOPP, 1998. ISBN 80-7232-013-0.
- [2] PRIMACK, Richard B., Pavel KINDLMANN a Jana JERSÁKOVÁ. *Úvod do biologie ochrany přírody*. 1. Praha: portál, 2011. ISBN 978-80-7367-595-0.
- [3] JERSÁKOVÁ, Jana, Vlasta MIKULOVÁ a Eva PLACHEJDOVÁ. *Životní prostředí: Doplnkový text k základům ekologie*. 1. Havlíčkův Brod: FRAGMENT, 1998. ISBN 80-7200-286-4.
- [4] ANDĚL, Petr. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Vydání 1. Liberec: Evernia, 2011. ISBN 978-80-903787-9-7.
- [5] KLAASSEN, Curtis D. *Toxicology: The basic science of poisons*. Vydání 7. Kansas City: The McGraw-Hill Companies, 2008. ISBN 978-0-07-147051-3.
- [6] PROKEŠ, Jaroslav a kolektiv. *Základy toxikologie I.: Obecná toxikologie a ekotoxikologie*. Vydání 1. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-418-7.
- [7] BRANIŠ, Martin a kolektiv. *Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-758-5.
- [8] LINHART, Igor. *Toxikologie: Interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Vydání 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-877-1.
- [9] TICHÝ, Miloň, Zdeněk ROTH, Karel BLÁHA a Andrew P. WORTH. *Alternativní metody testování toxicity chemických látek in silico*. Chemické listy [online]. 2005, (99), 675 - 681 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_10_675-681.pdf
- [10] UTB ve Zlíně. *Fyzikální, chemické a technické vlastnosti povrchově aktivních látek*. Cepac, 2007, 1-73.
- [11] ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy detergenty dnes*. Chemické listy. 1999, č. 93.
- [12] SEDLAŘÍKOVÁ, Jana. *Chemie a technologie tenzidů II*. Fakulta technologická Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 1-167.
- [13] *Nonylfenol a nonylfenol ethoxyláty (NP/NPE)* [online]. Integrovaný registr znečišťování [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://irz.cz/node/73>

- [14] *Sodium Lauryl Sulfate* [online]. Washington, DC: American cleaning Institute, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.cleaninginstitute.org/policy/sls.aspx>
- [15] ROSEN, J. Milton. *Surfactants and interfacial phenomena*. Vydání 3. Surfactant Research Institute: Wiley-interscience, 2004. ISBN 0-471-47818-0.
- [16] NETÍKOVÁ, Jaroslava. *Studium chování lauroyl sarkosinátu sodného v roztocích*. 2014. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Ondřej Rudolf.
- [17] STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. *Doba jedová*. Vydání 1. Praha: Triton, 2011. ISBN 978-80-7387-469-8.
- [18] *Antimicrobials* [online]. Cosmetics info, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.cosmeticsinfo.org/antimicrobials>
- [19] MACHOVCOVÁ, Alena. *Skryté a neočekávané alergenů v kosmetických přípravcích*. Dermatológia pre prax. 1, 2007, 6-9.
- [20] BŁĘDZKA, Dorota, Jolanta GROMADZIŃSKA a Wojciech WĄSOWICZ. *Parabens. From environmental studies to human health*. Environment International [online]. Elsevier, 2014, 67, 27-42 [cit. 2016-03-31].
- [21] SONI, M.G., S.L. TAYLOR, N.A. GREENBERG a G.A. BURDOCK. *Evaluation of the health aspects of methyl paraben: a review of the published literature*. Food and Chemical Toxicology. Pergamon, 2002, 40, 1335-1373. ISSN 0278-6915.
- [22] DHILLON, Gurpreet Singh, Surinder KAUR, Rama PULICHARLA, Satinder Kaur BRAR, Maximiliano CLEDÓN, Mausam VERMA a Rao Y. SURAMPALLI. *Triclosan: Current Status, Occurrence, Environmental Risks and Bioaccumulation Potential*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015, 12, 5657-5684. ISSN 1660-4601.
- [23] PATOČKA, Jiří a Mariano SPIEZIA. *10 jedů v běžně používané kosmetice: aneb praktický průvodce nebezpečnými látkami do peněženky*. BiOrganica. 1-18.
- [24] *Ftaláty* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://arnika.org/ftalaty>
- [25] *Bis(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP)* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://arnika.org/bis2-ethylhexyl-ftalat-dehp>

- [26] *Dibutylftalát (DBP)* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://arnika.org/dibutylftalat-dbp>
- [27] WITORSCH, Raphael J. a John A. THOMAS. *Personal care products and endocrine disruption: A critical review of the literature*. *Critical reviews in toxicology*. 2010, 40(S3): 1 - 30. ISSN 1040-8444.
- [28] NOHYNEK, Gerhard J., Eric ANTIGNAC, Thomas RE a Herve TOUTAIN. *Safety assessment of personal care products / cosmetics and their ingredients*. Elsevier. 2010, (243), 239-259. ISSN 0041-008X.
- [29] BRAUSCH, John M. a Gary M. RAND. *A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity*. *Chemosphere*. Elsevier, 2011, 82(11): 1518 - 1532. ISSN:0045-6535.
- [30] KREJČÍ, Jiří. *Kosmetika a kosmetologie*. Fakulta technologická Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 1-198.
- [31] COMERTON, Anna M., Robert C. ANDREWS a David M. BAGLEY. *Practical overview of analytical methods for endocrine-disrupting compounds, pharmaceuticals and personal care products in water and wastewater*. [online]. *Philosophical transactions of the royal society A* (367), 3923-3939 [cit. 2016-04-30]. DOI: 10.1098/rsta.2009.0111. Dostupné z: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/roypta/367/1904/3923.full.pdf>
- [32] ALMEIDA, C. a J.M.F. NOGUEIRA. *Determination of trace levels of parabens in real matrices by bar adsorptive microextraction using selective sorbent phases*. *Journal of Chromatography A*. Elsevier, 2014, (1348), 17-26. ISSN 0021-9673.
- [33] HE, Shali, Yifang ZHAO a Zhiwei ZHU. *Comparative study for the analysis of parabens by micellar electrokinetic capillary chromatography with and without large-volume sample stacking technique*. *Talanta* [online]. Elsevier, 2006(69), 166–171 [cit. 2016-04-30]. DOI: 10.1016/j.talanta.2005.09.018. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039914005006259>
- [34] PIAO, Chunying a Ligang CHEN. *A review of the extraction and chromatographic determination methods for the analysis of parabens*. *Journal of Chromatography B*. Elsevier, 2014(969), 139–148. DOI: 10.1016/j.jchromb.2014.08.015. ISSN 1570-0232.

- [35] HOLZBECHER, Závaš, Jaroslav CHURÁČEK a kolektiv. *Analytická chemie*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987.
- [36] Anonym. *Ústní sdělení zaměstnance firmy*. Česká republika, březen 2016
- [37] KRUPKA, Jiří. *Vyhodnocování chromatografických dat* [online]. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1-7 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/kot/resources/studijni-materialy/lab/d.pdf>
- [38] POHANKA, Miroslav. *Základy statistiky laboratorních experimentů*. Vojenské zdravotnické listy [online]. 2010, 79(2), 60-63 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: http://www.unob.cz/fvz/fakulta/Documents/VZL/2010/2_2010/5_Pohanka.pdf
- [39] *Separční metody* [online]. [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/extrakce.pdf>
- [40] BARANOWSKA, Irena a Iwona WOJCIECHOWSKA. *The determination of preservatives in cosmetics and environmental waters by HPLC*. Polish journal of environmental studies. 2013, 22(6), 1609-1625 [cit. 2016-05-01].
- [41] CHU, Shaogang a Chris D. METCALFE. Simultaneous determination of triclocarban and triclosan in municipal biosolids by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. Elsevier, 2007, (1164), 212–218. DOI: 10.1016/j.chroma.2007.07.024. ISSN 0021-9673.
- [42] GONZÁLEZ-MARINO, Iria, Jose Benito QUINTANA, Isaac RODRÍGUEZ a Rafael CELA. *Evaluation of the occurrence and biodegradation of parabens and halogenated by-products in wastewater by accurate mass liquid chromatography-quadrupole-time-of-flight-mass spectrometry (LC-QTOF-MS)*. Water research. Elsevier, 2011, (45), 6770-6780. DOI: 10.1016/j.watres.2011.10.027. ISSN 0043-1354.
- [43] FEI, Ting, Haifang LI, Mingyu DING, Masahito ITO a Jin-Ming LIN. *Determination of parabens in cosmetic products by solid-phase microextraction of poly(ethylene glycol) diacrylate thin film on fibers and ultra high-speed liquid chromatography with diode array detector*. Journal of Separation Science. 2011, (34), 1599–1606. DOI: 10.1002/jssc.201100225.

- [44] ROCÍO-BAUTISTA, Priscilla, Carla MARTÍNEZ-BENITO, Verónica PINO, Jorge PASÁN, Juan H. AYALA, Catalina RUIZ-PÉREZ a Ana M. AFONSO. *The metal–organic framework HKUST-1 as efficient sorbent in a vortex-assisted dispersive micro solid-phase extraction of parabens from environmental waters, cosmetic creams, and human urine*. *Talanta*. Elsevier, 2015, (139), 13–20. DOI: 10.1016/j.talanta.2015.02.032. ISSN 0039-9140.
- [45] PECK, Aaron M. *Analytical methods for the determination of persistent ingredients of personal care products in environmental matrices*. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Springer, 2006, (386), 907-939. DOI: 10.1007/s00216-006-0728-3.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BBP	Benzyl butyl ftalát.
CE	Kapilární elektroforéza.
DAD	Detekce diodového pole.
DBP	Dibutyl ftalát.
DEHP	Di-(2-ethylhexyl) ftalát.
DIDP	Di-isodecyl ftalát.
DNA	Deoxyribonukleová kyselina.
DNOP	Di-n-oktyl ftalát.
DINP	Di-isononyl ftalát.
GC	Plynová chromatografie.
HPLC	Vysokoučinná kapalinová chromatografie.
LC	Kapalinová chromatografie.
LD	Letální dávka.
LOAEL	Nejnižší dávka, při které byl pozorován škodlivý účinek.
MS	Hmotnostní detekce.
NOAEL	Dávka, při které nebyl pozorován škodlivý účinek.
PAL	Povrchově aktivní látka.
PR	Pracovní roztok.
PVC	Polyvinylchlorid.
QSAR	Kvantitativní vztahy mezi chemickou strukturou.
RNA	Ribonukleová kyselina.
SDS	Dodecylsulfát sodný.
SLES	Laurethsulfát sodný.
SPE	Extrakce pevným sorbentem.

SPME Mikroextrakce tuhou fází.

UV Ultrafialové.

UV/VIS Spektrometrie v ultrafialové/viditelné oblasti světla.

ZR Zásobní roztok.

ŽP Životní prostředí.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Struktura dodecylsulfátu sodného (SDS)</i>	19
<i>Obr. 2: Struktura laurethsulfátu sodného (SLES)</i>	19
<i>Obr. 3: Struktura methylparabenu</i>	23
<i>Obr. 4: Struktura propylparabenu</i>	23
<i>Obr. 5: Struktura triclosanu</i>	23
<i>Obr. 6: Struktura di-(2-ethylhexyl) ftalátu</i>	26
<i>Obr. 7: Struktura dibutyl ftalátu</i>	26
<i>Obr. 8: Schéma kapalinového chromatografu</i>	31
<i>Obr. 9: Kapalinový chromatograf HPLC</i>	37
<i>Obr. 10: Kalibrační křivka pro methylparaben</i>	42
<i>Obr. 11: Chromatografický záznam separace jednotlivých parabenů</i>	42
<i>Obr. 12: Chromatogram vzorku odpadní vody před čištěním</i>	43
<i>Obr. 13: Chromatogram vzorku odpadní vody před čištěním se standardním přídavkem</i>	44
<i>Obr. 14: Chromatogram vzorku odpadní vody po čištění</i>	45
<i>Obr. 15: Chromatogram vzorku odpadní vody po čištění se standardním přídavkem</i>	46

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Standardní přídavek parabenů</i>	38
<i>Tab. 2: Příprava 100 ml zásobního roztoku (ZR) jednotlivých parabenů</i>	39
<i>Tab. 3: Příprava 100 ml pracovních roztoků (PR) jednotlivých parabenů</i>	40
<i>Tab. 4: Koncentrace parabenů ve vzorcích před čištěním</i>	45
<i>Tab. 5: Koncentrace parabenů ve vzorcích po čištění.....</i>	46
<i>Tab. 6: Koncentrace parabenů v uměle připraveném vzorku (demineralizovaná voda + standardy parabenů).....</i>	48