

***In vitro* charakteristika SPF a UVA-PF kosmetických přípravků**

Bc. Petra Štoplová

Diplomová práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Štoplová**
Osobní číslo: **T14509**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie tuků, detergentů a kosmetiky**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **In vitro charakteristika SPF a UVA-PF kosmetických přípravků**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte literární rešerši zaměřenou na ultrafialové záření a jeho biologické účinky s důrazem na kůži. Dále se věnujte formám přirozené a umělé fotoprotekce. Získané poznatky kriticky zhodnoťte.
2. V praktické části stanovte za použití zařízení SUNTEST CPS+ rozdíl před a po expozici UV zářením u vybraných kosmetických přípravků.
3. Dosažené výsledky diskutujte a formulujte patřičné závěry.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Vědecké články z databází Web of Science, Scopus a další; databáze elektronických knih (např. Knovel)

FLICK, E.W. *Cosmetic and Toiletry Formulations, Volume 8, 2nd Edition*, William Andrew Publishing/Noyes, 2001.

SCHLOSSMAN M. L. *The Chemistry and Manufacture of Cosmetics Volume I.-III.* Science. Allured Publishing Corporation, 2009.

DRAELOS, Z., D., THAMAN, L., A. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products – Cosmetic Science and Technology Vol. 30*, Jungermann Associates, Arizona, 2006.

DRAELOS, Z., D. *Cosmetic Dermatology Products and Procedures*, Wiley-Blackell, UK, 2010.

ETTLER, K. *Fotoprotekce kůže*, Triton, Praha, 2004.

MALINA, L. *Fotodermatózy, 2. vydání*, Maxdorf, Praha, 2005.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání diplomové práce:

20. ledna 2016

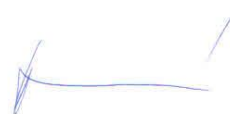
Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2016

Ve Zlíně dne 20. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



Ing. Martina Černeková, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Štoplová Petra

Obor: TTDK

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/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 diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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.

Ve Zlíně 10.5.2016


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací;

(2) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlášení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3;

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stanovením SPF a UVA-PF kosmetických přípravků metodou *in vitro* před a po umělé UV expozici, u vybraných sunscreenu byla hodnocena také jejich voděodolnost. Literární rešerše popisuje problematiku účinků UV radiace na kůži a charakterizuje UV filtry používané v současnosti včetně metod stanovení SPF. Sledované ochranné parametry většiny přípravků neodpovídaly hodnotám deklarovaných výrobcem. Vybrané přípravky byly aplikovány na dva různé substráty SB6 a HD6. Substrát SB6 se ukázal jako vhodnější nosné medium pro metodu *in vitro*. Přípravky testované na voděodolnost splňovaly požadovaná kritéria.

Klíčová slova: sluneční záření, UV filtry, SPF, UVA-PF, voděodolnost přípravků.

ABSTRACT

This thesis is about determination of SPF and UVA-PF in cosmetic products by *in vitro* method before and after an exposure of an artificial UV. There were also assessed water resistance features in some of the selected sunscreens. Literature recherche describes the effects of an UV radiation on the skin and characterises UV filters currently used in cosmetic products, including methods of determining SPF. Researched protective characteristics of most of the products did not correspond with the values declared by the manufacturer. Selected cosmetic products were applied onto two different substrates as follows: SB6 and HD6. Substrate SB6 has proven to be a more suitable carrier for the *in vitro* method. Products tested for water resistance features met the required criteria.

Keywords: solar radiation, UV filters, SPF, UVA-PF, water resistance products.

Poděkování patří vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Janě Pavlačkové, PhD., za vstřícné vedení, poskytnuté materiály, odborné rady, podněty a její čas, který mi v celém průběhu psaní práce věnovala.

Chtěla bych také poděkovat své rodině, která mi studium umožnila a byla oporou po celou dobu trvání.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 SLUNEČNÍ RADIACE	12
1.1 ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ.....	12
1.1.1 UVA záření	12
1.1.2 UVB záření	13
1.1.3 UVC záření	13
1.1.4 Faktory ovlivňující intenzitu UV záření	14
1.1.5 Index ultrafialového záření.....	15
1.2 VIDITELNÉ ZÁŘENÍ	15
1.3 INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ	16
1.4 UMĚLÁ SOLÁRNÍ RADIACE.....	16
2 INTERAKCE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ S KŮŽÍ	18
2.1 OPTICKÉ VLASTNOSTI KŮŽE.....	18
2.2 PROJEVY NA KŮŽI PO OZÁŘENÍ.....	20
2.2.1 Akutní projevy	20
2.2.2 Subakutní projevy	22
2.2.3 Chronické projevy	23
2.3 POŠKOZENÍ OČÍ PO OZÁŘENÍ	26
2.4 FOTOPROTEKCE.....	27
2.4.1 Přirozená ochrana.....	27
2.4.2 Umělá ochrana	28
2.4.3 Systémová ochrana.....	29
3 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY NA OCHRANU PŘED SLUNEČNÍM ZÁŘENÍM	30
3.1 LEGISLATIVNÍ USTANOVENÍ.....	30
3.1.1 Značení na kosmetických přípravcích	30
3.2 FILTRY ULTRAFIALOVÉHO ZÁŘENÍ.....	32
3.2.1 Fyzikální UV filtry	33
3.2.2 Chemické UV filtry.....	34
3.2.3 Hybridní UV filtry.....	38
3.3 SLUNEČNÍ OCHRANNÝ FAKTOR.....	38
3.3.1 Metody stanovení ochranného slunečního faktoru.....	39
3.4 VODĚODOLNOST PŘÍPRAVKŮ PROTI SLUNĚNÍ	42
3.5 POUŽÍVÁNÍ SUNSCREENŮ.....	44
3.6 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY V DŮSLEDKU POUŽITÍ SUNCREENŮ	44
3.7 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY PO OPALOVÁNÍ.....	45
4 CÍLE PRÁCE	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	47
5 METODIKA	48

5.1	TESTOVANÝ MATERIÁL	48
5.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A POMŮCKY	53
5.3	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ	53
5.4	ORGANIZACE MĚŘENÍ.....	55
5.4.1	Stanovení SPF metodou <i>in vitro</i>	55
5.4.2	Stanovení voděodolnosti vybraných přípravků.....	56
5.4.3	Určení doby ozáření	57
6	MATEMATICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	58
7	VÝSLEDKY A DISKUSE	61
7.1	VÝSLEDKY PARAMETRŮ PŘÍPRAVKŮ URČENÝCH PRO OCHRANU PŘED SLUNEČNÍM ZÁŘENÍM	61
7.1.1	Přípravky s deklarovaným SPF 12	62
7.1.2	Přípravky s deklarovaným SPF 15	63
7.1.3	Přípravky s deklarovaným SPF 20	65
7.1.4	Přípravky s deklarovaným SPF 25	65
7.1.5	Přípravky s deklarovaným SPF 30	66
7.1.6	Přípravky s deklarovaným SPF 50	67
7.2	SROVNÁNÍ ÚČINNOSTI PŘÍPRAVKŮ PO APLIKACI NA RŮZNÝ TYP SUBSTRÁTU.....	69
7.3	ÚČINNOST VYBRANÝCH PŘÍPRAVKŮ ZKOUŠENÝCH NA VODĚODOLNOST	70
7.3.1	Přípravky deklarované jako vysoce voděodolné.....	73
7.3.2	Přípravky deklarované jako voděodolné.....	75
	ZÁVĚR.....	80
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	90
	SEZNAM TABULEK	93
	SEZNAM PŘÍLOH.....	94

ÚVOD

Slunce je pro život velmi důležité. Je zdrojem energie, má pozitivní vliv na naši psychiku, je nutné ke vzniku aktivní formy vitamínu D a může pozitivně účinkovat na kožní choroby. Na druhou stranu ne vždy je pro lidský organismus příznivé. Sluneční záření způsobuje řadu akutních i chronických onemocnění, jejichž nejúčinnější léčba je prevence.

Při pohledu do historie lze nalézt různé trendy v barvě pleti podléhající diktátu módy. Dříve byla světlá pleť považována za znak urozenosti. V dnešní době je více tónovaný odstín kůže považován za známku atraktivnosti, zdraví a bohatství, ale je i určitým rizikem.

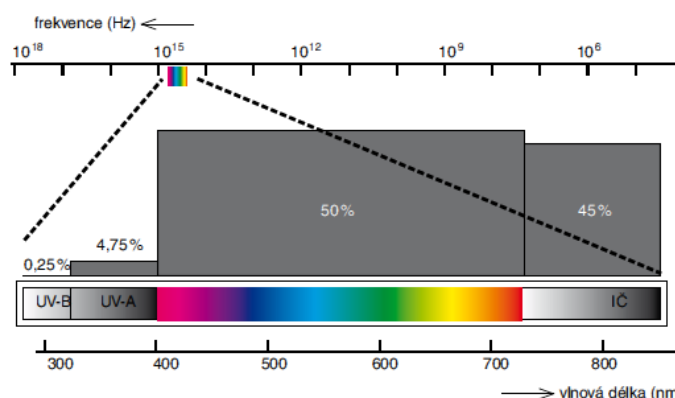
Potřeba chránit lidskou kůži před slunečním zářením je známá po několik staletí. Staří Řekové používali olivový olej jako druh opalovacího krému. V roce 1944 lékárník Benjamin Greene chránil vojáky před slunečním zářením za použití lepkavé červené substance, kterou nazval red vet pet (red veterinary petrolatum – červená veterinární přírodní vazelína). Mechanismus působení ochrany byl stejný jako u dnešních opalovacích přípravků s obsahem fyzikálních filtrů. Ačkoliv efekt nebyl na takové úrovni jako u dnešních produktů, lze tento krok považovat za začátek éry ochrany před slunečním zářením. Od té doby opalovací přípravky ušly dlouhou cestu [1, s. 73].

V současnosti na trhu nalezneme přípravky určené k opalování v různých formách, s různorodým způsobem aplikace, s chemickými filtry, s fyzikálními filtry i s jejich nano formami a také přípravky odolné vůči působení vody. Dnes je již samozřejmostí, že filtry ultrafialového záření jsou součástí receptur nejenom přípravků určených ke slunění, ale nalezneme je také např. dekorativní kosmetiky nebo kosmetiky vlasové.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SLUNEČNÍ RADIACE

Sluneční záření je nejdůležitějším fyzikálním faktorem vnějšího prostředí, který ovlivňuje lidský organismus v pozitivním i negativním smyslu. Jedná se o elektromagnetickou radiaci širokého spektra vlnových délek. Zahrnuje gama záření rentgenové, ultrafialové (ultra-violet – UV), viditelné (visible – VIS), a infračervené (infrared – IR). Jeho hranicemi jsou gama záření a radiové vlny. Záření dopadající na zemský povrch a tedy i na kůži je filtrováno průchodem atmosférou. Odseparováno je záření vlnových délek kratších 290 nm. Na kůži dopadá radiace v rozsahu od 290 nm v UV pásmu do 2500 nm v IR pásmu (Obr. 1). Procentuální zastoupení jednotlivých spekter je následující: 50 % VIS záření, 5 % UV spektra. Zbytek pak připadá na IR pásmo. Na zemském povrchu může docházet k jeho absorpci, rozptýlení, odražení nebo lámání [2, s. 22], [3, s. 11].



Obr. 1. Sluneční spektrum UV, VIS a IR oblasti
[4, s. 62]

1.1 Ultrafialové záření

Radiace UV je pouze malá část z elektromagnetického záření s úzkým radiačním pásmem. Vlnová délka podle Ettlera [3, s. 11] se pohybuje od 100 nm do 400 nm, kdežto Reena a Srinivas [1, s. 73] uvádějí rozmezí 200–400 nm. Ultrafialové záření zahrnuje paprsky světla o různé délce, podle které je rozděleno na 3 pásma a to UVA, UVB a UVC [3, s. 11].

1.1.1 UVA záření

Doporučení Komise 2006/647/ES [5] vymezuje pásmo dlouhovlnné radiace UVA v rozmezí spektra 320 až 400 nm. Podle Ettlera [3, s. 11] je možné se setkat s uvedenou dolní hranicí 380 nm. Tato část spektra zaujímá více než 4 % ze slunečního záření a při-

bližně 90 až 95 % z celkové UV radiace. Během dne i celého roku je úroveň jeho záření konstantní. Záření UVA není absorbováno ozonovou vrstvou. Prochází skleněnými materiály. Proniká hlouběji do kůže a to až do škáry (Obr. 2). Zasahuje do její stavby a struktury, kde poškozují kolagenní a elastická vlákna. To zapříčiňuje nižší elasticitu kůže a předčasné stárnutí. Má nízký erytemogenní potenciál, avšak zarudnutí způsobuje. Dále zapříčiňuje pigmentaci způsobenou oxidací stávajícího melaninu, tlumí obranný systém kůže. Může se dostat až ke tkáním, kde má imunosupresivní efekt. Vedle negativních účinků má i účinky pozitivní, pro které se může využívat v dermatologické fototerapii. Vyskytuje se jako součást záření v soláriích [1, s. 73], [6], [7, s. 99], [8, s. 75].

Podle normy ISO 24442/2011 [9] je UVA záření rozděleno ještě do dvou podskupin a to UVA II s rozmezím vlnových délek od 320 nm do 340 nm a záření UVA I, které má rozsah od 340 nm do 400 nm.

1.1.2 UVB záření

Krátkovlnným zářením UVB se podle doporučení 2006/647/ES [5] rozumí sluneční záření s vlnovou délkou 290–320 nm. Ettler [3, s. 11] uvádí spodní hranici spektra pro UVB 280 nm. Tyto paprsky zaujímají 1 % slunečního svitu a kolem 5 % UV radiace na zemském povrchu. Záření UVB je částečně ozonovou vrstvou absorbováno. Paprsky jsou proměnné v průběhu dne i roku. Závisí také na teplotě a zeměpisném pásmu. Jejich největší intenzita je mezi 10. a 16. hodinou. Nepronikají do hlubokých vrstev kůže jako UVA záření, ale zasahují maximálně do dermálních papil (Obr. 2). Mají vysoký erytemogenní potenciál. Způsobují kožní zánět a jsou primární příčinou kožního spálení. Pigmentace v místě ozáření se objevuje z důvodu vyšší syntézy melaninu a zvýšené hustoty melanocytů. Při intenzivním působení vyvolávají úžeh a poškozují buňky, zejména jejich DNA. Přispívají k předčasnému stárnutí kůže, ke vzniku hrubé kůže a tmavých, nadměrně pigmentovaných skvrn. Mohou nastartovat vývoj předčasných stádií rakoviny kůže. I přes jejich nepříznivé účinky se využívají v dermatologické fototerapii [1, s. 73], [6], [7, s. 99].

1.1.3 UVC záření

Pásmo UVC záření má nejvyšší energii. Pohybuje se v rozmezí 100–290 nm a běžně se na zemském povrchu nevyskytuje. Je odfiltrováno ozonovou vrstvou, vodními párami a CO₂ v atmosféře, tudíž by se za normálních podmínek nemělo podílet na patologických procesech v kůži. Na lidský organismus má mutagenní a genotoxické účinky. Toto krátkovlnné

záření je na zemském povrchu vyzařováno pouze umělými zdroji, jako jsou např. rtuťové výbojky. Jeho dalším názvem je také germicidní záření, využívá se k dezinfekci prostorů operačních sálů či laboratoří [3, s. 11], [6], [8, s. 75], [10, s. 60].

1.1.4 Faktory ovlivňující intenzitu UV záření

Zejména intenzita a množství dopadajícího UV záření jsou závislé na několika faktorech. Jedním z těchto faktorů je výška Slunce. Nejvyšší intenzita UV paprsků je dosažena v poledních hodinách (mezi 11. a 13. hodinou), kdy dopadá přibližně 20–30 % z celkového UV záření. Mezi 9. a 15. hodinou dopadne okolo 75 % UV paprsků. Za úsvitu a soumraku je krátkovlnné záření potlačeno a převažuje tedy radiace UVA [1, s. 74].

V letních měsících je erytemogenní působení podstatně vyšší než v zimním období. A podzimní solární záření způsobující erytém je vyšší než jarní v závislosti na síle ozonové vrstvy [2, s. 23], [3, s. 12–13].

S přibývajícím vzdáleností od rovníku se erytemogenní aktivita UV radiace snižuje. Dopusud zmíněné faktory jsou tedy závislé na úhlu vstupu slunečních paprsků do atmosféry.

Dále intenzita UV záření roste se stoupající nadmořskou výškou. Navýšení o 1 km má za následek navýšení UV radiace o 10–25 % a to z důvodu nižšího množství absorbujících látek v atmosféře. Sluneční paprsky jsou také v atmosféře rozptylovány molekulami plynů a pevnými částicemi, jako jsou aerosoly, vodní kapky či prachové a kouřové částice.

Samozřejmostí je, že UV záření dosahuje nejvyšší intenzity za jasné oblohy. Avšak tenká či ojedinělá oblačnost ovlivňuje UV radiaci jen málo, kdy je ve větší míře zachyceno IR záření. Při zcela zatažené obloze je síla UV radiace zredukována přibližně na 50 % [1, s. 73].

Jak již bylo zmíněno, UV paprsky se po průchodu atmosférou absorbují nebo odráží a lámou. Trajektorie paprsků je závislá na optických vlastnostech povrchů, na které dopadají. Méně než 10 % dopadajícího UV záření je odraženo většinou látek jako trávou, zemínou nebo vodou. Čerstvý sníh naopak odráží až 80 % tohoto záření, písek 25 % a voda 5 %. Radiace UV prochází i vodní hladinou z 95 % a 50 % proniká do hloubky až 3 m [1, s. 74], [2, s. 23], [3, s. 12–13].

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím dopad UV paprsků na zemský povrch a tedy i na lidskou kůži je ozonová vrstva. Ozon tvoří v atmosféře 2 vrstvy. První z nich se hromadí v troposféře a tvoří velkou část městského smogu. Druhá vrstva se situuje ve stratosféře

v rozmezí 15–50 km nad povrchem Země. Ozonová vrstva se vytváří díky dopadu UV záření. Konkrétně UVC radiace je absorbována molekulárním kyslíkem. Díky tomu se molekuly kyslíku štěpí a většina vzniklých kyslíkových atomů reaguje s molekulami O_2 za vzniku molekuly ozonu O_3 . Jak již bylo zmíněno, je schopna odfiltrovat velkou část UV paprsků dopadajících na zemský povrch. U UVB záření je to až 90 %. Tloušťka ozonové vrstvy se mění v závislosti na slunečním záření a proudění vzduchu ve vyšších atmosférických vrstvách. Dále dochází ke změnám tloušťky v průběhu ročních období. Na jaře a v létě dochází k jejímu zesílení a na podzim a v zimě k zeslabení [3, s. 14–15].

1.1.5 Index ultrafialového záření

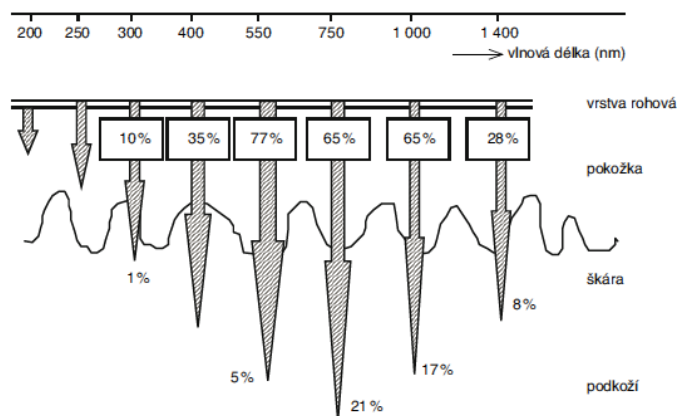
Index UV záření je standardizovaný parametr, který byl definován a stanoven mezinárodními institucemi jako je světová zdravotnická organizace (World Health Organization – WHO) a dalšími. Má sloužit široké veřejnosti jednoduše zhodnotit zdravotní riziko, které vyplývá z expozice UV záření. Znalost a racionální přístup k UV indexu by tedy měly sloužit k prevenci úžehům, poškození imunitního systému, poškozením očí, spálení kůže a jejího kancerogenního onemocnění. Z toho plyne, že by měl upozorňovat na důležitost používání jednotlivých ochranných prostředků při sluneční expozici (vhodné oblečení, pokrývka hlavy nebo přípravek na opalování). Je definován jako míra působení UV radiace, při které vzniká erytém na lidské kůži v horizontální rovině a při jasné obloze. Jde o číselné vyjádření efektivního erytémového záření s jednotkou W/m^2 vynásobenou 40. Podle závažnosti je rozdělen do několika skupin. Jednotlivé kategorie jsou uvedeny v příloze I společně s mírou UV záření [11, s. 4–22].

Z praktického hlediska má UV index velký význam společně se znalostí kožního fototypu jedince (kap. 2.4.1) ve volbě slunečního ochranného faktoru (Sun Protection Factor – SPF) příslušného přípravku na opalování, což bude podrobněji uvedeno v kapitole 3.3.

1.2 Viditelné záření

Viditelné záření se pohybuje v rozmezí od 400 do 780 nm. Toto záření nám umožňuje barevné vidění. Má také biochemické účinky, které jsou založené na struktuře molekul a absorpci záření melaninem, hemoglobinem či bilirubinem [6], [12, s. 21].

V kůži proniká do hlubokých vrstev a to až do podkoží (Obr. 2). Přispívá k produkci volných radikálů, avšak kromě některých popsanych dermatóz nemá škodlivý vliv na kůži. Využívá se k léčbě depresí a novorozenecké žloutenky [3, s. 12], [6].



Obr. 2. Hloubka průniku záření do kůže závislá na vlnové délce [4, s. 63]

1.3 Infračervené záření

Infračervené záření se pohybuje v rozmezí vlnových délek nad 780 nm asi do 2500 nm. Je zdrojem tepla. Molekulárním částicím umožňuje kmitavý pohyb. Záření IR je tedy hlavní příčinou pocitu tepla při intenzivním slunečním ozáření. Paprsky procházející atmosférou bez obtíží pronikají hluboko pod kůži (Obr. 2). Tam zahřívají tkáň, rozšiřují krevní řečiště, podporují vylučování toxinů z těla, uvolňují stažené svaly a přispívají tak k našemu zdraví. Mohou ale i zvyšovat biologické působení UV záření v kůži a podílet se na předčasném stárnutí kožní tkáň [6], [12, s. 20].

Hloubka průniku radiace je nejen závislá na vlnové délce záření, ale také na rozdílné pigmentaci kůže. *Stratum corneum* (SC) bělochů propouští více záření než silněji pigmentované SC [3, s. 21].

1.4 Umělá solární radiace

Historie solárií sahá do roku 1978, kdy bylo vyrobeno první solárium německou lékařskou společností. Bylo vytvořeno za léčebným účelem pro pacienty trpící např. křivicí. Po expozici v soláriu si tělo syntetizuje vitamin D, který se podílí na tvorbě vápníku. Odtud se opalování v soláriích rozšířilo do celé Evropy i celého světa [13, s. 15].

V dnešní době jde o zařízení používané výhradně k opalování za účelem dosažení požadovaného odstínu pleti. Nejdůležitější částí přístroje je trubice vyzařující UV radiaci. Z počátku byly používány UVB zářivky, na které byly negativní dermatologické reakce. V současnosti jde nejčastěji o trubice vyzařující kombinaci UVA i UVB radiace. Záření

UVA je 2–3krát větší v soláriu než při přirozeném slunečním záření. Dávka UVB záření je srovnatelná s dávkou při běžném slunění. Krátkovlnné UVC radiace, jež jsou životu nebezpečné, se v soláriích vůbec nevyskytují [13, s. 16].

Jako dva hlavní typy lamp se využívají nízkotlaké fluorescenční trubice a vysokotlaké obloukové výbojky baňkového tvaru. Nejvíce využívané jsou fluorescenční trubice s příkonem 100–160 W. Vyrábějí se s i bez reflexní vrstvy na vnitřní půlce plochy trubice. Pokud je trubice vybavena touto reflexní vrstvou, paprsek se od ní odráží ven z trubice a tím se zvyšuje intenzita záření jedním směrem. Vysokotlaké výbojky s příkonem 400–2000 W se používají samostatně nebo v kombinaci s již zmíněnými trubicemi. V této kombinaci jsou zabudovány do části zařízení, kde dochází k ozáření obličeje. Výbojky jsou vybaveny tmavě fialovými skleněnými filtry, což zapříčiní odfiltrování UV záření nedosahujícího 330 nm, ale také velkou část VIS a IR záření. Kvůli vysokému podílu IR radiace vyžadují tyto vysokotlaké lampy intenzivní chlazení na rozdíl od nízkotlakých [3, s. 108].

Vlastnosti zařízení a kožní fototyp zákazníka určují dobu strávenou v soláriu. Běžný maximální čas pro fototyp II se pohybuje v rozmezí 10 až 30 minut. Minimální erytemová dávka pro tento fototyp je již 4 až 12 minut expozice ozáření. Zařízení bývají vybavena akrylátovými kryty, které filtrují radiaci pod 270 nm. Jejich propustnost pro UVB záření klesá se stářím těchto krytů společně s jejich výkonem. Nízkotlaké trubice mají životnost kolem 1000 hodin záření [3, s. 110].

Maximální hranice intenzity erytemogenního UV záření je $0,3 \text{ W/m}^2$, která je navržena evropskou komisí. Erytemogenní aktivitu lze měřit pomocí speciálního spektrofotometru [14, s. 86–89].

Opalování v soláriích má stejně jako přirozené opalování pozitivní i negativní účinky na kůži. K negativním účinkům patří erytemová reakce, photoaging, fotodermatózy, poškození genetické výbavy buněk, očí, narušení imunitních reakcí. Z pozitivních účinků je to zmírnění příznaků některých kožních onemocnění, např. u *acne vulgaris*, psoriázy, atopického ekzému a to především v zimních měsících. Dále je to jednou z možných alternativ fototerapie. Rozumné navštěvování solárií může také přispět k léčbě osteoporózy nebo revmatického onemocnění kloubů [13, s. 17–19].

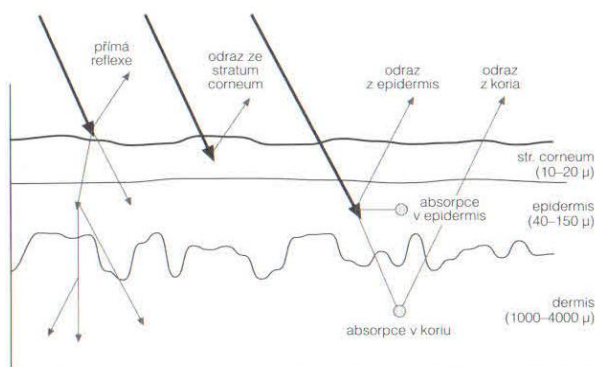
2 INTERAKCE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ S KŮŽÍ

Vzájemné působení slunečního záření a kůže je ovlivněno několika faktory jako např. optickými vlastnostmi kůže, kožním fototypem, aj. V závislosti na této reakci vznikají různě závažné kožní projevy.

2.1 Optické vlastnosti kůže

Biologický účinek záření je podmíněn absorpcí této energie. Energie je ve tkáních absorbována chemickými látkami nazývanými chromofory. Každý chromofor pohlcuje záření o určité vlnové délce. Atomy pak přecházejí ze základního do excitovaného stavu. Tento děj je podstatou veškerých fotobiologických dějů [3, s. 19].

Dopadající záření na kůži (Obr. 3) je z části vráceno zpět, tzn. je reemitováno nebo právě absorbováno různými vrstvami kůže. Část také proniká k hlubším vrstvám buněk do doby, není-li energie radiace zcela pohlcena. Ve většině případů nedochází ke zpětnému vyzáření paprsků v delších vlnových délkách, tj. nedochází ke fluorescenci [3, s. 19].



Obr. 3. Šíření a odraz světla v kůži [2, s. 18]

Bledá kůže bělochů odráží asi polovinu VIS a blízké IR radiace. Ultrafialové záření kratší 320 nm je povětšinou adsorbováno proteiny a dalšími složkami buněk v *epidermis*. *Stratum corneum* odráží 5 až 10 % dopadajícího záření v závislosti na jeho úhlu dopadu. Při velmi plochém úhlu dopadu může nastat úplný odraz záření, které neprojde vůbec do kožní tkáně. Hloubka dopadu jednotlivých typů záření již byla zmíněna a znázorněna v kapitole 1 a na Obr. 2.

Tyto základní fyzikální vlastnosti ovlivňují i barvu kůže. Viditelné barevné odlišnosti nepatologického původu jsou zapříčiněny právě reemitací, průnikem nebo rozptylem světla v různě hlubokých vrstvách kůže. Barevné odlišnosti v této normální kůži jsou způsobeny

přítomností, umístěním a optickou absorpcí krve, melaninu, karotenoidů, nukleových kyselin a dalších různě nabitých částic.

Nukleové kyseliny

Maximální absorpce deoxyribonukleové kyseliny (DNA) je stanovena na 260 nm. Absorpční maximum purinových a pyrimidinových bází je pak v rozsahu 245 a 280 nm. Jelikož se UVC záření na zemském povrchu nevyskytuje, změny DNA jsou tedy způsobené UVB radiací kratší než 300 nm. Záření zapříčiňuje vznik kovalentních vazeb mezi sousedními thyminovými bázemi na šroubovici DNA. Následkem této reakce se tvoří zkřížené kovalentní vazby mezi bílkovinami a nukleovými kyselinami, což vede k nekróze buněk. Dále mohou vznikat mutace v podobě nádorového bujení či jiná poškození. Za 1–3 hodiny po ozáření UVB parsky dochází ke snížení syntézy ribonukleové kyseliny (RNA), DNA i bílkovin. Syntéza se vrací do normálu po 24 hodinách, kdy následujících 24–72 hodin se přechodně zvyšuje.

Bílkoviny

Po sluneční expozici dochází k oxidaci bílkovin a to zejména k oxidaci aminokyselin, jako jsou histidin, cystein a tryptofan. Jejich absorpční maximum je většinou při 280 nm [2, s. 18–20].

Melanin

Melanin je hlavním determinantem barvy kůže. Nikoliv počet melanocytů, ale koncentrace melaninu určuje zabarvení jedince. V kožní tkáni se vyskytují dva typy tohoto barviva. Jedná se o feomelanin neboli typ A a eumelanin, typ B. Jeho funkce je ochrana buněčných jader právě před UV zářením a také slouží jako antioxidant. Melanin tedy absorbuje záření v UV i VIS oblasti. To zapříčiňuje vyšší množství volných radikálů, které pak vyvolávají oxidativní reakce, a dochází k tmavnutí pigmentu. Melaninová pigmentace probíhá dvojitým způsobem. První způsob je takový, že dochází k oxidaci již předpřipraveného melaninu. Jde o okamžitou reakci po několika minutách sluneční expozice. Při druhém způsobu UV radiace stimuluje tvorbu nového pigmentu. Hnědnutí je zde opožděno a můžeme jej zaznamenat za 2–3 dny [2, s. 42], [6], [15, s. 12], [16, s. 52].

Urokanová kyselina

Kyselina urokanová vznikající během keratinizace je obsažená v epidermální tkáni a potu. Jde o metabolit vytvořený z aminokyseliny histidinu. Po jejím UVB ozáření dochází ke

změně izomerie z *trans* formy na *cis* formu. Tato molekula působí jako UVB filtr. Transformace má tedy za následek změnu fotoprotektivního ale i imunologického účinku [2, s. 20], [17, s. 473].

Steroidy

Cholesterol, prekurzor steroidních hormonů, může být po slunečním ozáření oxidován. Membrány, ve kterých je obsažen, pak mohou být nevratně poškozeny. Absorpce steroidů se odvíjí od počtu dvojných vazeb v molekule. Absorpční maximum se zde pohybuje kolem 300 nm [2, s. 21].

2.2 Projevy na kůži po ozáření

Sluneční záření je nezbytné pro život, ale je pro něj taky přirozeným rizikem. Vyvolává v kůži řadu akutních, subakutních a chronických změn. Jejich intenzita a rozsah se odvíjí od doby a míry expozice, aktuálního stavu jedince a také jsou podmíněné geneticky [18, s. 112], [19, s. 462].

2.2.1 Akutní projevy

Do akutních neboli časných typů účinků jsou řazeny záněty způsobené radiací, opálení (pigmentace), imunologické změny, hyperplazie nebo také syntéza vitamínu D [2, s. 36].

Kožní erytém

Jedná se o akutní kožní odpověď po UV radiaci zejména u bílé populace. Tato reakce je odpověď na poškození DNA a buněčných struktur v různých vrstvách kůže. Zarudnutí je spojeno s dalšími známkami zánětu, jako jsou bolest, edém nebo zvýšená teplota. Mediátorem této reakce je histamin. K otoku dochází v důsledku vyšší permeability cév, vazodilatace a tím vyššího objemu krve v povrchovém a hlubokém řečišti koria a to průměrně o 38 % nad hladinu normálu. Dlouhovlnné UVA záření vyvolá obvykle erytém bezprostředně po ozáření, kdy jeho vrchol je již na konci expozice. Po expozici UVB paprsků se erytém objevuje za několik hodin a maxima dosahuje za 12 až 24 hodin. Radiace UVC pak vyvolává erytém dříve než UVB a jeho vrchol se objevuje za 8 hodin po ozáření [3, s. 23], [6].

Radiačně podmíněný zánět

Je úzce spojen s erytémem. Histologickým projevem zánětlivých změn je vznik apoptických buněk tzv. sunburn cells. K buněčné smrti dochází jakožto k obrannému mechanismu

proti množení buněk s poškozenou DNA a zabránění tak vzniku případného karcinomu. První takové buňky se vyskytují již po 30minutové radiaci. Dochází také k redukci množství Langerhansových buněk a žírných buněk ve škáře. V okolí cév se pak objevuje edém [6].

Pigmentace

Ultrafialové záření zapříčiňuje zvýšenou pigmentaci v rozdílných časových intervalech. Může docházet k tzv. časnému pigmentačnímu ztmavnutí (Immediate Pigment Darkening – IPD). Jedná se o rychlé ztmavnutí kůže s krátkodobým trváním. Objevuje se již na začátku UV expozice a svého maxima dosahuje bezprostředně po ozáření. Podstatou vzniku tohoto časného typu opálení je fotooxidativní ztmavnutí melaninu, který je již v kůži přítomen. Dochází také k přenosu melaninu z melanocytů do keratinocytů. Melanin se v keratinocytech hromadí v blízkosti jader pro jejich ochranu. Je obsažen zejména ve výrazně pigmentované kůži, kde má šedý odstín. Časná pigmentace se projevuje po ozáření UVA, UVB, ale i VIS zářením. Po slabých dávkách záření ztmavnutí mizí do několika minut, kdežto po silné expozici může přetrvat několik dnů a splynout s pozdní pigmentací. Lze hovořit o přetrvávajícím pigmentačním ztmavnutí (Persistent Pigment Darkening – PPD). Erytemogenní aktivita v kůži není ovlivněna. K dalšímu projevu opálení patří právě pozdní pigmentace. Je vyvolaná UVA i UVB paprsky. Dochází při ní ke zvýšené tvorbě nového melaninu v melanocytech a k transportu do keratinocytů. Její projevy jsou zřejmé cca za 72 hodin od expozice. Pozdní opálení (Delayed Pigment Darkening – DPD) může mít odlišné projevy v závislosti na typu UV záření. Liší se účinnost ochrany proti sluneční radiaci. Ztmavnutí po UVA záření je méně účinné z důvodu pigmentace především v bazální vrstvě. Po UVB expozici dochází k vzestupu melaninu až do SC, navyšuje se počet melanocytů a zvyšuje se i jejich aktivita. Zvětšuje se také velikost melanocytů, jejich dendrity se prodlužují a větví. Melanozomy se rychleji přesouvají do keratinocytů, čímž se navyšuje počet granulí melaninu v kůži. Možnost vzniku erytému v kůži je nižší. Pozdní pigmentace může také vyvolat pihy především u světlých jedinců [3, s. 31–33], [20], [21, s. 80].

Syntéza vitamínu D

Po jaterní tkáni je kůže významným místem tvorby cholesterolu. Jeho derivát 7-dehydrocholesterol absorbuje radiaci pod 320 nm. Absorpcí se přemění na provitamin D₃ nejčastěji v *epidermis*. Dalším krokem je termální izomerace na vitamin D₃, který je potom navázán na protein a rozváděn krevním řečištěm. Po UV ozáření provitaminu D₃ vzniká

také humisterol a tachysterol. Vznikají jako prevence toxicity vitamínem D po případném extrémně intenzivním ozáření UVB paprsky [3, s. 22].

Hyperplazie kůže

Ke ztlustění kůže dochází po UVB expozici. Může přetrvávat i několik měsíců. Hyperplazie *epidermis* je následkem zrychlené syntézy DNA, RNA a bílkovin. Dochází ke zvýšené mitotické aktivitě keratinocytů. *Epidermis* i *corium* se mnohonásobně zvětší, což zvýší fotoprotektivní vlastnosti kůže [2, s. 38], [21, s. 81], [22, s. 23].

2.2.2 Subakutní projevy

Do subakutních projevů jsou nejčastěji řazena níže uvedená kožní onemocnění.

Fotodermatózy

Kožních onemocnění nastávajících po sluneční expozici je velká škála. Jejich projevy mohou začínat kožním erytémem, dále mohou vznikat papulky, puchýře, edémy nebo kopřivkové pomfy. Nástup reakce může být okamžitý, jak je tomu ve většině případů. Nezřídka je však prodleva mezi solárním ozářením a vznikem projevů delší [3, s. 34].

Fotodermatózy mohou být členěny na primární a sekundární podle toho, jakým způsobem a kdy se při sluneční expozici objevují. Primární onemocnění jsou vyvolána pouze solární radiací. Fotodermatózy sekundární jsou následkem vlivu exogenní chemické látky nebo endogenně vznikající sloučeniny [2, s. 60].

Nejčastější primární reakcí na sluneční záření je polymorfní světelná dermatóza, také nazývána jako solární kopřivka. Jedná se o získanou recidivující fotodermatózu vedoucí k přechodné neobvyklé reakci kůže. Její latence může trvat hodiny až dny po sluneční radiaci. Postihuje 10–20 % populace. Ženy jsou méně odolné než muži a první projevy mohou vzniknout již v mládí či časně dospělosti. První projevy se objevují na jaře nebo v raném létě. Léze jsou situované v oblastech vystavených slunci, např. hrudník, hřbety rukou, plochy paží, tváře, nos, bérce či hřbety nohou. Může docházet k opakovaným projevům, ale i toleranci. Těmto projevům se dá předejít prevencí. Je doporučeno se vyhýbat nadměrné solární radiaci a používat přípravky s UV filtry [3, s. 42].

První fotosenzibilizací vznikající na exogenní podněty je fytotoxická reakce. Mnoho látek má negativní vlastnost vyvolat tuto reakci po interakci se zářením. Jde o substance, které jsou součástí potravin, rostlin či jejich extraktů nebo o chemické látky běžně používané v kosmetice a farmacii. Fytotoxickou reakci může vyvolat třezalka, psoraleny obsažené

např. v petrželi nebo celeru. Další z rizikových látek jsou éterické oleje, především citrusové, levandulové či bergamotové, jež jsou běžně obsaženy v parfémeh. Z látek, které jsou obsaženy ve volně prodejných lécích a mají fytotoxický účinek, to jsou některá nesteroidní antiflogistika. Nejzávažnější reakce byly popsány po použití účinné látky ketoprofenu. Mimo jiné i z těchto důvodů topické přípravky obsahující ketoprofen byly přesunuty do kategorie léčivých přípravků vázaných na předpis. Dále se jedná o antiseptické látky, jako např. triclosan, chlorhexidin nebo hexachlorofen. Fototoxickou reakci mohou vykazovat i umělá sladidla s obsahem sacharinu nebo cyklamátu [23, s. 188].

Fotoalergická reakce je další fotosenzibilizací vyvolanou zevními podmínkami. Oproti fototoxické reakci jde o imunologickou reakci, která je závislá na dávce. Dochází k opožděné přecitlivělosti po aktivaci chemické substance především UVA radiací. Vzniklá sloučenina se váže na bílkovinu rozpustnou nebo vázanou na membránu. Tento komplex je potom považován za antigen. Po úvodní fázi dojde při následující expozici s chemickou látkou k vyvolání typické kontaktní dermatitidy. Látky vyvolávající tento druh fotodermatitidy mohou být podobné nebo stejné s látkami fytotoxické povahy. Fotoalergickou reakci mohou také vykazovat látky používané v kosmetických přípravcích jako UV filtry. Jedná se především o látky, které mají schopnost absorbovat sluneční radiaci. Alergizující efekt vykazuje kyselina paraaminobenzoová a její estery, benzofenony nebo UVA filtr butylmethoxydibenzoylmethan [3, s. 39–40].

2.2.3 Chronické projevy

Chronické změny, někdy také nazývané jako pozdní typy účinků, vznikají nejčastěji po prudkých opakovaných spáleních. K hlavním dlouhodobým účinkům sluneční radiace je řazena fotoimunosuprese, předčasné stárnutí kůže, photoaging. Dalším účinkem, který je zdravotně závažnější, je rakovina kůže, fotokancerogeneze [2, s. 36].

Záření UV je hlavním původcem většiny typů rakoviny a klíčovým faktorem, který je zodpovědný za stárnutí kůže vlivem světla [24, s. 614]

Photoaging

Stárnutí kůže je kontinuální proces. Rozlišují se však dva typy stárnutí, vnitřní neboli intrinsické a vnější extrinsické. Vnitřní stárnutí odráží genetické pozadí jedince a vychází z plynutí času. U tohoto typu je kůže hladká bez skvrn, je pouze ztenčená, méně elastická s prohloubenými ohybovými rýhami a jemnými vráskami. Mezi faktory způsobující extri-

nické stárnutí kůže patří kouření, nadměrná konzumace alkoholu, špatná životospráva a pobyt na slunci. Předpokládá se, že stárnutí obličeje je přisuzované slunění až z 80 %. Klinické příznaky takto zestárlé kůže zahrnují hluboké vrásky, pigmentové skvrny (pihy, solární lentigo, nerovnoměrná hyperpigmentace či depigmentované léze), teleangiektazie. Kůže je také suchá, drsná, má snížený tonus a pružnost, naopak zvýšenou křehkost. Často se objevují aktinické keratózy, žloutnutí, olupování a atrofie [18, s. 112], [25, s. 34], [26, s. 186], [27, s. 13].

Výše uvedené změny vznikají prostřednictvím různých mechanismů, včetně tvorby reaktivní formy kyslíku, oxidace bílkovin, poškození mitochondrií. Ačkoliv UVB záření je zodpovědné za vznik erytému, za photoaging odpovídají obě formy UV radiace. Složka UVA více přispívá k vnějšímu stárnutí z důvodu hlubšího průniku do *dermis* [28, s. 508].

Obecně stárnutí kůže vede ke ztenčování *epidermis*. Epidermální atrofie je především zasazena ve *stratum spinosum*. V zestárlé kůži dochází ke zploštění spojení *epidermis* a *dermis*. Tato změna může vést ke zvýšené křehkosti kůže a k nižšímu převodu živin. Dochází k prodloužení buněčného cyklu z 20 na 30 a více dnů. To má za následek zpomalení hojení ran. Dále díky kombinaci s méně účinnou deskvamací se hromadí korneocyty a kůže má drsný vzhled povrchu. V *dermis* vznikají neorganizovaná vlákna kolagenu a degradovaná elastinová vlákna, která přecházejí v homogenní a amorfni hmotu. Poměr kolagenu typu III převažuje v ozářené kůži nad typem I. Snížený obsah je i u glykosaminglykanů a to zejména u kyseliny hyaluronové. To má za následek nižší soudržnost kolagenu a elastinu, nižší schopnost vaznosti vody a také nižší pružnosti a vyšší zvrásněnost. Pigmentační odchylky v poškozené kůži zářením vznikají v důsledku nepravidelného rozložení melaninu v bazální vrstvě *epidermis* [25, s. 35–38], [26, s. 186–187], [27, s. 15].

Fotoimunosuprese

Někdy se řadí do akutních nebo subakutních projevů. Imunitní systém kůže je rozsáhlý. Spadají do něj keratinocyty, Langerhansovy buňky, speciální typ T-lymfocytů a také lymfatické uzliny. Po ozáření kůže UV paprsky, především UVB, dojde k jejich absorpci chromofory nacházejících se v zevních vrstvách kůže. Ty změni svou strukturu a tím spustí řadu reakcí. Dojde k poškození DNA, izomeraci kyseliny urokanové, aktivují se cytoplazmatické transkripční faktory a spouštěcí receptory v membránách. Tyto reakce probíhají do 5 minut po ozáření. Uvolňuje se i velké množství pro- i protizánětlivých mediátorů, jako jsou např. cytosiny, histamin či prostaglandiny. Dále se objevují neuropeptidy a neu-

rohormony. Do 24 hodin po sluneční expozici dochází ke změnám Langerhansových buněk zřejmě v důsledku množství mediátorů. Tyto buňky z *epidermis* migrují do lymfatických uzlin nebo dochází k jejich apoptóze. Cytotoxiny pak v lymfatických uzlinách stimulují T-lymfocyty k vylučování cytosinů. Ty pak buněčnou imunitní odpověď potlačují. Touto kaskádou tedy dochází ke kontaktní přecitlivělosti a lokální supresi. Spektrum vedoucí k imunosupresi je při vlnové délce 300 a 370 nm [3, s. 46–47], [21, s. 83], [29, s. 137].

Rakovina kůže

Nárůst fotokancerogeneze je přisuzován zvýšené expozici UV radiace v důsledku chování populace, genetické predispozice a poškození ozónové vrstvy. [18, s. 113].

Karcinogeneze probíhá v několika stupních. Prvním stupněm je iniciace, ve které dojde ke změně genetické informace. Následuje promoce, kde se pomnoží buňky s poškozenou DNA. V poslední fázi, kterou je progrese, vzniká metastazující tumor. Ačkoliv není přesně známé spektrum způsobující humánní rakovinu kůže, studie na zvířatech ukazují vznik spinalomu při 293 a 380 nm. Mezi nejčastější maligní projevy kůže patří bazaliom, zmíněný spinaliom a melanom [29, s. 137–139], [30, s. 1].

Bazaliom neboli bazocelulární karcinom netvoří metastáze, ale roste do plochy a hloubky s následným rozpadem kůže i hlubších tkání. Jeho výskyt je častý u mužů a na obličeji. Postihuje zejména populaci ve věku kolem 60 let s fototypem I a II. Klinicky se jeví jako čoučkovitá indurace či uzlík. Bazaliom často recidivuje [4, s. 63], [18, s. 113], [31, s. 1].

Aktinická keratóza je považována za prekancerózu. Někdy se můžeme setkat s označením *spinalioma in situ*, jelikož přechází ve spinaliom. Obvykle vzniká u osob starších 45 let. Jde o zarudlé, zhrubělé ložisko vyskytující se společně s teleangiektazemi. Po poranění snadno krvácí. Spinaliom tvoří metastázy. Vzniká také u starší populace. Jeví se jako keratotická papule a může vředovatět a šířit se do hlubších vrstev [18, s. 113], [32, s. 79].

K účinné léčbě aktinické keratózy, bazaliomu a spinalomu se využívá účinná látka methylaminolevulinát, která je registrovaná v mnoha zemích [33, s. 77].

Melanom je velmi zhoubný metastazující kožní nádor, který vzniká na kůži přeměnou melanocytů. Tvoří se i na podkladě pigmentových névů. Jedná se o pigmentovou asymetrickou skvrnu s neostrým a nepravidelným okrajem, která mění barvu a rozměr do šířky i do výšky. Vyskytuje se více u lidí světlého fototypu, dále u nadměrně exponované kůži

UV paprskům a u lidí, u nichž je jeho vznik podmíněn geneticky [18, s. 113], [31, s. 1], [34, s. 13].

2.3 Poškození očí po ozáření

K interakci se slunečním zářením nedochází pouze s kůží. Lidské oko, stejně jako u mnoha savců, je UV radiaci vystaveno v průběhu celého dne. Je chráněno svými účinnými antioxidačními systémy. V čočce je obsažen ochranný pigment kynurenin, v duhovce a sítnici je to pak melanin. Tyto pigmenty, stejně jako v kůži, pohlcují dopadající záření. Se zvyšujícím se věkem však dochází k poklesu produkce ochranných systémů očí. Z těchto důvodů by měla být dopřána ochrana i očím. Nejvíce rizikové UV záření pro lidské oko je UVB [3, s. 105–106].

Vlivem sluneční radiace může docházet k poškození oční rohovky, duhovky, čočky i sítnice. Poškození očí po UV expozici může být přechodné i trvalé. Z přechodného poškození je to sněžná slepota. Objevuje se po delším pobytu na rozsáhlé sněhové ploše zejména ve větších horských výškách. Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1.4, čerstvý bílý sníh za jasného počasí odráží kolem 80 % dopadajícího UV záření. Tato odražená radiace se sčítá s přímo dopadajícím zářením při modré obloze. Za těchto podmínek lze sněžné slepotě zabránit pouze slunečními brýlemi s kvalitními UV filtry. Trvalým poškozením očí po dlouhodobé a nadměrné expozici UV radiace je šedý zákal. Postihuje především starší osoby, avšak např. v Austrálii je věková hranice jedinců s touto chorobou nižší. Příčinou je ztenčená ozónová vrstva a tím zvýšený dopad UV paprsků na zemský povrch. Šedý zákal se projevuje postupným zakalováním oční čočky, čímž je znemožněn průchod světla. Neoperovaný zákal může vést až k trvalé slepotě [3, s. 106], [35, s. 12].

Dioptrické brýle ochraňují oči velice málo. Na trhu se již objevila nebarevná fólie filtrující většinu UV paprsků, kterou je možno nalepit na skla brýlí. Skla slunečních brýlí by měla obsahovat takové UV filtry, které absorbují kolem 60 % UVA záření a až 99 % UVB. Za záruku komplexní ochrany očí jsou považované takové sluneční brýle, které jsou označené nálepkou UV 400. Méně známá je však možnost poškození sítnice oka VIS zářením a to konkrétně modrou částí spektra s vyšší energií. Z tohoto důvodu by měly ochranné sluneční brýle zajišťovat protekci i v krátkovlnné VIS oblasti spektra do 500 nm. Je také doporučeno nošení čepic s kšiltem nebo klobouků, jež brání osvětlení přímým sluncem [3, s. 105], [35, s. 12].

2.4 Fotoprotekce

Aby nedocházelo k nežádoucím účinkům po expozici zářením, lidské tělo má své obranné mechanismy. Ty však nestačí při dlouhodobém pobytu na slunci, proto je potřeba se chránit i umělými fotoprotektivy.

2.4.1 Přirozená ochrana

Za přirozenou ochranu kůže je odpovědná tloušťka rohové vrstvy, která obsahuje již zmíněné látky absorbující UV záření. Dalším faktorem přirozené obrany je obsah melaninových a karotenoidních pigmentů [3, s. 67–68].

Nejenom podle těchto kritérií, spadá do přirozené ochrany také kožní fototyp, založený především na odlišnosti barvy kůže. Typ kůže je určen geneticky a je jedním z mnoha aspektů určujících celkový vzhled, který také zahrnuje barvu očí a vlasů. Způsob, jakým kůže reaguje na sluneční expozici, je důležitým faktorem pro správné posouzení kožního fototypu. Za dva hlavní faktory, které tedy ovlivňují kožní fototyp jedince, jsou genetická predispozice a reakce na slunci s opalovacími návyky. Kožní fototypy byly klasifikovány Fitzpatrickem na základě barvy a reakcí kůže na slunění. Jednalo se zejména o stupeň spálení a zhnědnutí kůže. Nejprve byly kategorizovány typy pleti I–III. Rozdělení bylo následně rozšířeno o další středomořský typ pleti s označením kožní fototyp IV. Stávající celosvětová klasifikace kožního fototypu nyní označuje šest různých typů kůže, její barvu, a zda dochází ke spálení nebo opálení po první průměrné expozici na slunci. Skupina V označuje hnědou, někdy také arabskou kůži a skupina VI tmavě hnědou až černou, též černošskou kůži. V české populaci jsou nejvíce zastoupeny kožní fototypy I–IV, jejichž charakteristiky jsou zaznamenány přehledně v tabulce v příloze II [10, s. 61], [36], [37, s. 51].

Jak již bylo zmíněno, úlohou melaninu v kůži je absorbovat a rozptýlit energii získanou z UV záření a tím chránit epidermální buňky před poškozením. Stupeň ochrany tak přímo odpovídá stupni pigmentace. Tato sluneční protekce nabízí významnou prevenci photoagingu u jedinců s kožním fototypem IV–V. Typy kůže I–III jsou však vystaveny zvýšenému riziku poškození sluncem, photoagingu, a mají také větší riziko melanomu kůže [36].

Jednotlivým kožním fototypům odpovídá průměrná minimální erytémová dávka (MED). Jedná se o dávku slunečního záření, která je schopná vyvolat na kůži erytém při hodnocení

za 24 hodin. U kožních fototypů I–III bylo Fitzpatrickem prokázáno, že mají nižší MED v porovnání s typy IV–VI [36].

Jednotlivá členění kožních typů jsou používána k odhadu MED v dermatologii pro správnou fototerapii kožních onemocnění. Pomáhají predikci rizika poškození kůže ze záření a její rakoviny. V roce 1972 americká Food and Drug Administration (FDA) přijala tuto klasifikaci pro hodnocení ochranného slunečního faktoru kosmetických přípravků. Ten bude podrobněji popsán v kapitole 3.3 [36].

2.4.2 Umělá ochrana

Umělou ochranu lze rozdělit na aktivní a pasivní. Do aktivní ochrany patří fotoprotektivní adaptace, která má za cíl obnovit přirozené fotoprotektivní vlastnosti kůže. Účinku se dosahuje opakovaným ozářením UV paprsky těsně podprahovými dávkami. Dále sem spadá fotochemoprotekce. Tato metoda zahrnuje kombinaci přípravků s obsahem psoralenů, sunscreensu obsahujícího UVB filtry a expozici slunečnímu záření také v nízkých dávkách. Důsledkem je mírné ztluštění *SC* a vyšší produkce melaninu [3, s. 69].

Pasivní ochranou se míní zamezení dopadu UV paprsků na kůži nebo jinou část těla zastíněním ať už kloboukem, slunečníkem, stanem nebo jen pod stromem. Ochrana textilií v jakékoliv formě je závislá na její barvě a materiálu. Nejlépe chrání barevné tkaniny, které pohlcují UV, VIS i IR záření. Jejich nevýhodou je zahřívání. Syntetické materiály chrání více než bavlněné látky. Wright [38, s. 529] uvádí, že světlé bavlněné triko má srovnatelnou ochranu se sunscreenem pouze s SPF 10. Na trhu jsou deklarované oděvy s ultrafialovým ochranným faktorem (UPF – ultraviolet protecting faktor), ale asi jen třetina letního oblečení poskytuje tento UPF. Faktor UPF je definován poměrem dávky záření potřebné k navození zarudnutí kůže pod tkaninou a dávky záření, která je potřebná ke vzniku zarudnutí u nechráněné kůže. Tkaniny jsou klasifikovány do tříd na základě vypočítané hodnoty UPF. Textilie s dobrou ochranou nese označení 15 až 24, velmi dobrá ochrana 40 až 50 a nejvyšší ochrana je značena 50+. Tkaniny jsou také rozděleny do skupin podle vlastnosti absorbovat UV záření. Do 1. skupiny patří polyester, který nejlépe absorbuje UV radiaci. Vlna, hedvábí a nylon patří do 2. skupiny a do 3. skupiny spadá bavlna [1, s. 77], [39, s. 135].

Morabito uvádí ve článku [40, s. 388] možnost začlenění UV filtrů v podobě nanočástic do textilií. Konkrétně je zde popsán přídavek mikronizovaného ZnO do bavlny a vlny. Jeho použití zvýšilo mechanickou pevnost tkaniny a především zvýšilo schopnost UV absorpce.

V neposlední řadě do pasivní ochrany spadá používání přípravků určených ke slunění, které jsou probrány v samostatné kapitole 3.

2.4.3 Systémová ochrana

Přípravky působící systémově poskytují ochranu nejen v místě aplikace jako topické substance, ale zvyšují protekci celého těla. Do perorálních léků, které byly zkoušeny, jako systémová ochrana, patří kyselina 4-aminobenzoová (Para-aminobenzic acid – PABA), indomethacin, retinol, steroidy, zmíněné psoraleny, antimalarika a antioxidanty. Na českém trhu je zejména k této protekci využíván beta-karoten. Jeho mechanismus účinku je založen na selektivní akumulaci v *subcutis*, *dermis* i *epidermis*. Působí tam jako membránový stabilizátor a vychytává volné radikály vznikající působením UV zářením. Dalšími antioxidanty působícími systémově mohou být kyselina L-askorbová nebo alfa-tokoferol. Nicméně antioxidanty jako samotné jsou nedostačující v prevenci před spálením a využívají se v kombinaci s topickými přípravky k opalování [1, s. 75], [8, s. 78], [39, s. 138].

Studie [41, s. 222] zabývající se účinností antioxidantů ve formě doplňků stravy prokázala nižší vznik edému způsobeného UVB radiací a menší poškození DNA u bezsrstých myší. Doplněk stravy obsahoval karotenoidy a to konkrétně lutein a zeaxanthin. Další klinická studie [41, s. 222] uvádí viditelné zlepšení v tloušťce, hustotě a drsnosti kůže po orální suplementaci lykopenem, luteinem, beta-karotenem, alfa-tokoferolem a selenem.

3 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY NA OCHRANU PŘED SLUNEČNÍM ZÁŘENÍM

Kosmetické přípravky používané k ochraně struktury a funkci lidské kůže před aktinickým poškozením mohou být označovány jako sunscreens. Dle Doporučení 2006/647/ES [5] se prostředkem na ochranu proti slunečnímu záření rozumí jakýkoliv přípravek, ať už krém, olej, gel nebo sprej, který je určený k aplikaci na lidskou pokožku a jehož výhradním či převážným účelem je chránit ji před UV zářením pohlcením, rozptylem nebo odrazem.

3.1 Legislativní ustanovení

Podle FDA se v USA na přípravky určené k opalování vztahují přísné předpisy a legislativně jsou považovány za léky. V Evropě jsou tyto přípravky řazeny do kosmetiky a tudíž regulovány příslušnými předpisy [42, s. 92].

Kosmetické přípravky na ochranu před slunečním zářením tedy podléhají, stejně jako veškeré kosmetické přípravky, Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 o kosmetických přípravcích. Dále tyto přípravky mimo jiné reguluje již několikrát zmíněné Doporučení Komise 2006/647/ES o účinnosti prostředků na ochranu proti slunečnímu záření a o uváděných tvrzeních, která s nimi souvisí.

3.1.1 Značení na kosmetických přípravcích

Kosmetické přípravky používané na ochranu proti slunečnímu záření by podle doporučení 2006/647/ES měly chránit před UVA a UVB zářením. Dokument upravuje, která tvrzení by se na přípravku neměla vyskytovat, která tvrzení jsou doporučena a také jaké by měly být pokyny k použití výrobku [5].

Zakázaná tvrzení

Na etiketě by neměla být použita tvrzení, která výrobku přisuzují vlastnosti, jež by byly zavádějící. Takovým tvrzením může být, že výrobek poskytuje 100 % ochranu před UV zářením, např. „sunblock“, „sunblocker“, „úplná ochrana“. Další z přisouzených vlastností by bylo, že za žádných okolností není nutná opakovaná aplikace výrobku v podobě „celodenní ochrana“ [5].

Doporučená tvrzení

Na výrobku by právě měla být uváděna varování o neposkytující 100% ochraně a doporučení vedoucí k opatření, která by měla být při jejich použití dodržena. Může se jednat o typy varování, jako „nezůstávejte na slunci příliš dlouho i za předpokladu použití výrobku na ochranu proti sluneční radiaci“, dále „nevystavujte kojence a malé děti přímému slunci“ (Obr. 4) nebo „nadměrná expozice slunci vede k vážnému zdravotnímu riziku“ [5].

Pokyny k použití

Pokyny k použití, které zajistí docílení deklarovaného účinku výrobku na ochranu proti slunečnímu záření, by měly být uvedeny na obale v podobě např. „aplikujte přípravek před zahájením slunění“ nebo „k udržení ochrany aplikaci opakujte, zejména při pocení, koupání či osušení ručníkem“. Dále by měly být uvedeny pokyny aplikace přípravku v množství, které bude potřebné k docílení připisované účinnosti. Dostatečné množství může být na obale vyjádřeno za pomoci piktogramu, obrázku nebo může být odměřeno pomocí dávkovače. Výrobky by měly mít uvedeno upozornění na riziko z nedostatečné aplikace přípravku, např. „varování: snížení množství přípravku podstatně snižuje stupeň ochrany“ [5].

Piktogramy, se kterými se můžeme setkat na obale přípravku na ochranu proti slunečnímu záření, jsou uvedeny na Obr. 4.



Obr. 4. a) vyvarujte se slunečnímu záření v době poledne, b) chraňte se oděvem, klobouk a brýle poskytují další ochranu, c) nevystavujte kojence a malé děti přímému slunci, d) aplikujte ochranné přípravky v dostatečném množství a opakovaně, e) přípravek poskytuje ochranu proti UVA v požadované výši [43]

3.2 Filtry ultrafialového záření

Podle Nařízení EP a Rady 1223/2009 je filtrem UV záření definovaná látka, která je výhradně nebo převážně určena k ochraně kůže před určitým UV zářením prostřednictvím absorpce, odrazu nebo rozptýlení tohoto záření [44].

Filtry UV záření mohou být použity takové, které jsou uvedeny v příloze VI nařízení 1223/2009 a zároveň nepodléhají omezenému použití nebo jakýmkoliv způsobem nejsou v rozporu s tímto nařízením. Látky uvedené v této příloze musí vyhovovat přísným toxikologickým požadavkům a musí být bezpečné. Filtry UV záření, které se mohou používat v humánní praxi, musí podléhat zkouškám na akutní, subchronickou a chronickou toxicitu, fytoxicitu, toxicitu pro reprodukci, karcinogenitu, fotosenzibilizaci, oční a kožní dráždivost, perkutánní absorpci [44], [45, s. 124].

Podle mechanismu působení aktivní složky obsažené v přípravcích určených ke slunění se UV filtry rozdělují na fyzikální – blokátory, chemické – absorbéry anebo mohou být uvedeny také hybridní filtry. Za ochranné aktivní látky lze považovat i přírodní oleje, jejichž složení lze těžko chemicky definovat [39, s. 136], [46].

V závislosti na schopnosti ochrany proti odlišnému rozsahu vlnových délek se UV filtry rozdělují na UVA, popř. UVA I, UVA II a UVB filtry. Pro dosažení vysoké sluneční ochrany, hodnoty SPF 20 a více, se používá směs fyzikálních a chemických a zároveň UVA a UVB filtrů. Kombinace je výhodná pro vzájemné doplnění odlišných vlastností jednotlivých filtrů, dochází pak k synergickému účinku a kvalitní ochraně lidské kůže. Kromě UV filtrů, sunscreensy mohou obsahovat přídavné látky, které také hrají roli v ochraně před účinky UV záření [47, s. 84], [45, s. 124].

V současnosti je v EU povolených 26 chemických a 1 fyzikální filtr a to oxid titaničitý. Druhý UV blokátor, hojně využívaný v přípravcích proti slunečnímu záření, je oxid zinečnatý primárně regulovaný podle nařízení 1223/2009 jako kosmetický pigment [47, s. 83].

Nejběžnější používané UV filtry v opalovacích přípravcích jsou popsány níže. Jsou zapsány podle mezinárodního názvosloví kosmetických ingrediencí (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients – INCI) společně s chemickým názvem popř. synonymem tak, jak jsou uvedeny v nařízení 1223/2009.

Seznam UV filtrů je také přehledně uspořádán v příloze III [44, s. 201–202], [48, s. 36] společně s oblastí ochrany a povolenou maximální koncentrací v kosmetických přípravcích. Substance jsou řazeny podle chemických struktur.

3.2.1 Fyzikální UV filtry

Fyzikální filtry jsou anorganické látky. Jedná se o inertní minerály, jako je oxid titaničitý nebo oxid zinečnatý, které jsou v přípravku rozptýleny ve formě částic o různé velikosti. Dopadající fotony záření ztrácí část energie při styku s jejich povrchem. Následně jsou odraženy nebo rozptýleny aniž by změnily charakter fyzikálního blokátoru. Jsou chemicky stabilní, nedochází k jejich rozkladu, nedráždí kůži, nezpůsobují fotoalergii ani kontaktní dermatitidu. Pokrývají široké spektrum UV záření, takže jejich přítomnost v opalovacích přípravcích minimalizuje potřebný počet organických filtrů, což má velký ohlas u spotřebitelů s citlivou a lehce podrážditelnou kůží [1, s. 75], [40, s. 386], [46], [49, s. 453].

Ačkoliv byly fyzikální filtry mezi prvními známými typy, jejich používání bylo širokou veřejností omezeno z důvodu tvorby neprůhledného a kosmeticky nepřijatelného vzhledu na kůži. Tvorba tohoto filmu byla především zjevná u vyšších koncentrací použitých filtrů. Od počátku 90. let je dostupná mikronizovaná forma, která omezuje vznik bílého filmu. Díky tomuto jsou fyzikální blokátory v dnešní době velmi populární a žádané. Jejich velikost se pohybuje pod 100 nm. Mikronizace částic těchto minerálů minimalizuje interakci s viditelným světlem, čímž je zaručen jejich transparentní vzhled. V konečném produktu je důležité, aby byla dodržena velikost částic. Důvodem je možná aglomerace a následná vyšší interakce shluků s VIS radiací a vznik nežádoucího bílého filmu [49, s. 453], [50, s. 423], [51, s. 83].

Na rozdíl od klasické formy, nanočástice mají odlišný mechanismus účinku ochrany. Jde o kombinaci odrazu a absorpce světla, tudíž se nejedná o zcela netečné verze jako pigmentové. Takový oxid titaničitý např. absorbuje přibližně 70 % dopadajícího UV záření. Absorpce má za následek mobilizace a přechod elektronů ze základního stavu do excitovaného. Přibližně 90 % elektronů se vrátí zpět do základního stavu do 10 nanosekund. Vyzářená energie je v podobě IR radiace nebo tepelné energie. Elektrony, které se nevrátí zpět, mají silné oxidační a redukční účinky, jež mohou zapříčinit reakce s organickými sloučeninami. Tyto reakce vedou k poškození tkáňových struktur. Těmto jevům lze zabránit potažením mikročástic silikonovým olejem, SiO_2 nebo Al_2O_3 . Zapouzdřené kovové oxidy

jsou stabilní, netvoří aglomeráty, velmi dobře tlumí UV záření, jsou netoxické a bezpečné [40, s. 386], [49, s. 453–454], [52, s. 318].

Několik studií [52, s. 319], které se zabývají touto dermální penetrací nanočástic, uvádí, že nepronikají do hloubky, zůstávají pouze v *SC*, a tudíž nezpůsobují újmy na živých buňkách *epidermis*.

Oxid titaničitý

Společně s ZnO jsou po několik let součástí líčidel. Velikost částic nemikronizované formy se pohybuje mezi 150 až 300 nm. V porovnání s transparentním TiO₂ má částice o velikosti 20 až 150 nm, které optimálně tlumí UVB záření. V přípravcích musí být dobře suspen-dovaný, a proto se objevuje jako amfifilní materiál, který se dokáže rozptýlit v olejové i vodné fázi [49, s. 453], [52, s. 318].

Oxid zinečnatý

Pigmenty neprůhledného oxidu zinečnatého, které tlumí UV záření, mají velikost 200 až 400 nm. U mikronizované formy pak stačí k ochraně před UV radiací částice 40 až 100 nm velké. Ochranu neposkytuje jen v UVB oblasti, ale zasahuje i do UVA spektra, což vede k poskytnutí komplexní ochrany. Správné rozptýlení částic v přípravku je důležitým faktorem pro jeho přijatelnou texturu. Při jeho použití se musí dbát na možné interakce. Může interagovat s karbomery nebo mastnými kyselinami, kde by měl funkci neutralizačního činidla. Mohlo by to vést k rozpadu emulzí [49, s. 453], [50, s. 424].

3.2.2 Chemické UV filtry

Chemické absorbéry stále v opalovacích přípravcích převládají. Látky používané jako chemické filtry jsou zpravidla organické sloučeniny. Jedná se obvykle o aromatické kompozice, na které jsou napojeny karbonylové skupiny. Tato obecná struktura dovoluje molekule absorbovat záření o vysoké energii. Dostává se tak z nízkoenergetického stavu své molekuly do excitovaného s vysokou energií, který ovšem není stabilní. Proto se molekula snaží této přebytečné energie zbavit uvolněním a dostat se tak do počátečního stavu. Energie se může uvolnit několika způsoby. Nejčastěji jde o podobu tepelné energie, méně pravděpodobná je fluorescence nebo fosforescence. Dále může docházet ke strukturní změně molekuly filtru, která by však měla být vratná. Pokud dojde k ireverzibilní změně, filtr ztratí svou účinnost a může způsobovat nežádoucí účinky na kůži [1, s. 74], [49, s. 453], [53, s. 156–158].

V závislosti na detailech jednotlivých sloučenin molekulárních struktur a absorbance mohou být účinné pro samotné UVB nebo do jisté míry pro UVB i UVA záření [1, s. 74].

PABA (Kyselina 4-aminobenzoová)

Tato látka byla hojně používaná řadu let a byla jednou z prvních chemických filtrů. Rozsah ochrany je udáván v rozmezí 260–313 nm. Záření UV však nejvíce absorbuje při vlnové délce 283 nm, což omezuje její schopnost adekvátně zajistit ochranu před vznikem erytému. Z tohoto důvodu je také omezena schopnost dosáhnout vysokého SPF. Problematika s bezpečností, s objevujícími se nežádoucími účinky, s vysokou hydrofilitou a nedostatečnou sluneční ochranou vedla ke snížení využívání PABA. Způsobuje také zabarvování textilií. Její možná koncentrace v přípravcích je 5 %. Společně s jejími estery je PABA více odolná proti snížení účinku v důsledku pocení nebo koupání [1, s. 74–75], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 420].

Ethylhexyl Dimethyl PABA (2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)benzoát, Padimate O, Octyl dimethyl PABA)

Tyto deriváty jsou vysoce kompatibilní s různými kosmetickými vehikuly, jsou oleofilní a mají menší potenciál pro zabarvení i pro nežádoucí účinky. Padimate O je nejúčinnější proti UVB záření, nejvíce absorbuje záření při 311 nm a celkový rozsah ochrany by měl být v 290–315 nm. V USA ale i celosvětově byl po desetiletí nejrozšířenějším sunscreenem. Avšak kvůli požadavkům na vysoké SPF produktů a marketingové strategii „PABA-free“ došlo k výraznému poklesu jeho používání. Samostatné estery jsou nahrazovány v kombinaci spolu s více složkami v jednom výrobku pro dosažení požadovaného SPF. Je obsažen v koncentraci 8 % [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 202], [50, s. 422].

Dalšími vysoce účinnými látkami absorbující UVB záření jsou sloučeniny ze skupiny cinnamátů, které do značné míry nahradily deriváty PABA v přípravcích [1, s. 74].

Octocrylene (2-Ethylhexyl-3,3-difenyl-2-kyanoprop-2-enoát, Oktokrylen)

V důsledku přítomnosti dvou benzenových kruhů má maximální absorbanci při 303 nm. Ochranu pokrývá v rozsahu 287–323 nm. Může se používat v kombinaci s dalšími UV filtry jako je avobenzone pro zvýšení SPF. Dále se využívá ke zlepšení voděodolnosti a k celkové stabilitě složek v produktu. Jeho obsah je povolen na 10 % v podobě kyseliny [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 421].

Ethylhexyl Methoxycinnamate (2-Ethylhexyl-(4-methoxycinnamát), Oktinoxat)

Je méně účinný než padimate O. Oktinoxat má vynikající absorpci pro UVB záření. Svého maxima dosahuje při 311 nm. Ochranu by měl zajistit v rozmezí vlnových délek 280–310 nm. Je zdaleka nejvíce celosvětově využívaným filtrem. Má dobrý oleofilní charakter. Nejúčinnějším je v kombinaci s dalšími aktivními složkami, čehož se využívá v přípravcích s vysokým SPF. Nejvyšší možná koncentrace v přípravku činí 10 % [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 422].

Homosalate (3,3,5-Trimethylcyclohexyl-2-hydroxybenzoát, Homosalát)

Derivát kyseliny salicylové se substituentem v pozici ortho má maximální absorpci při 306 nm a rozsah ochrany 290–315 nm. Byl využíván mnoho let. Považuje se však za málo efektivní, proto se používá zřídka a to v maximálním povoleném obsahu 10 % [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 421].

Ethylhexyl Salicylate (2-Ethylhexylsalicylát, Oktisalát)

Ještě jedním používaným typem salicylátového derivátu je oktisalát s absorpcí o vlnové délce 307 nm a celkovém rozsahu 260–310 nm. Častěji se s ním setkáme v kombinaci s oxybenzonem, kde napomáhá jeho solubulizaci. Všechny salicyláty jsou zdraví bezpečné s maximální koncentrací 5 % [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 202], [50, s. 421].

Další chemický UV filtr je z řady benzodiazolů. Jedná se o Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid (Kyselina 2-fenylbenzimidazol-5-sulfonová a její soli s draslíkem, sodíkem a triethanolaminem, Ensulizol). Tato látka je prodávána jako bílý prášek ve formě kyseliny a je nerozpustná ve vodě i olejové fázi. Před jejím zpracováním musí být zneutralizovaná pomocí NaOH nebo KOH, aby byla převedena na rozpustnou formu a to konkrétně ve vodné fázi. Výborně absorbuje UVB záření s maximem 310 nm. Je velmi účinným sunscreenem. Po aplikaci se dostává do horních vrstev SC a vytváří tak velmi rovnoměrný a souvislý ochranný film. Nevyužívá se ve voděodolných výrobcích z důvodu její rozpustnosti ve vodě. Často se objevuje v gelové formulaci opalovacích přípravků a v takových přípravcích, které dávají pocit lehčí textury a nevytvářejí mastný film. Maximální koncentrace v přípravku je 8 % ve formě kyseliny [1, s. 74], [44, s. 201], [50, s. 422].

Následující chemické UV filtry absorbují UVB ale i UVA záření.

Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid (3,3'-(1,4-Fenylendimethylen)bis(7,7-dimethyl-2-oxobicyklo[2.2.1]hept-1-yl)-methansulfonová kyselina a její soli, Ekamsul)

Většina derivátů kafru absorbuje výhradně UVB radiaci, avšak tento derivát poskytuje ochranu především před UVA zářením v oblasti od 320 do 340 nm. Je rozpustný ve vodní fázi, tudíž málo voděodolný. V přípravcích je povolen v koncentraci 10 % jako kyselina [1, s. 74], [44, s. 201], [48, s. 36].

Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine ((2,4-bis[4-(2-Ethylhexyloxy)2-hydroxyfenyl]6-(4-methoxyfenyl)1,3,5-triazin), Bemotrizinol)

Zajišťuje ochranu také v širším rozsahu jak pro UVB, tak i pro UVA záření. V přípravcích se objevuje v kombinaci s avobenzenem, kde podporuje jeho fotostabilitu. Maximální povolená koncentrace je 10 % [1, s. 74], [44, s. 202].

Benzophenone-4, Benzophenone-5 (2-Hydroxy-4-methoxybenzofenon-5-sulfonová kyselina a její sodná sůl, Sulisobenzon)

Benzofenony absorbují UVB záření a zároveň chrání i před UVA paprsky. Benzofenone-4, stejně jako ostatní, se používají v kombinaci s dalšími filtry. Záření absorbuje při 286 nm, ale také při 324 nm a poskytuje ochranu při 250–380 nm. Vzhledem k tomu se používá k posílení a dosažení vysokého SPF. Na rozdíl od jiných filtrů z této skupiny je benzophenone-4 rozpustný ve vodě díky obsahu sulfonové skupiny. Jeho povolený obsah v přípravcích je 5 % v podobě kyseliny [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 202], [50, s. 422].

Benzophenone-3 (2-Hydroxy-4-methoxybenzofenon, Oxybenzon)

Benzophenone-3, stejně jako předchozí, absorbuje záření ve dvou rozsazích a to při 288 nm a 327 nm a chrání v rozsahu 270–350 nm. Stejně tak se vyskytuje v kombinaci pro posílení SPF. V přípravcích se objevuje v koncentraci 10 % [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 422].

Butyl Methoxydibenzoylmethane (1-(4-*terc*-Butylfenyl)-3-(4methoxyfenyl)propan-1,3-dion, Avobenzon)

Jedná se o téměř bílý prášek s omezenou rozpustností v olejové fázi. Vykazuje vynikající UV absorpci a to při 358 nm s celkovým rozsahem ochrany v 310–400 nm. Výborně tedy chrání v UVA včetně UVA-I oblasti. Avšak rozsah, při kterém vzniká erytém na pokožce, není pokryt. Avobenzon se může používat samostatně, ale také právě již ve zmíněných kombinacích. Jeho obsah v přípravcích je 5 %. Fotostabilita avobenzonu je předmětem

zkoumání, tak jako potenciální schopnost degradovat další použité přísady v produktech [1, s. 74], [8, s. 78], [44, s. 201], [50, s. 420].

3.2.3 Hybridní UV filtry

U tohoto posledního typu UV filtrů se jedná strukturně o chemické látky, které se však chovají jako fyzikální blokátory. Namísto pohlcování fotonů UV záření je odrážejí. Hybridní filtry vykazují nízké zdravotní riziko obdobně jako blokátory a mají dobrou fotostabilitu. Do této skupiny se může řadit bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol [45, s. 124], [46].

3.3 Sluneční ochranný faktor

Sluneční ochranný faktor přípravku je jeho nejdůležitějším údajem. Původně byl navržen rakouským vědcem jménem Franz Greiter. Následně byl přijat mnoha regulačními orgány, kosmetickým a farmaceutickým průmyslem. Sluneční ochranný faktor je kvantitativní měřítko formulace kosmetických přípravků. Je definován jako poměr hodnot UV energie potřebné k navození MED u kůže chráněné sunscreenem po aplikaci 2 mg/cm^2 přípravku k hodnotě MED kůže nechráněné přípravkem. Z toho vyplývá, že čím je hodnota SPF vyšší, tím je schopnost ochrany více kvalitní. Z praktického hlediska nám hodnoty SPF říkají, o jak dlouhou dobu je prodloužen pobyt na slunci u chráněné kůže sunscreenem oproti kůži vystavené slunečním paprskům bez aplikace přípravku [1, s. 75], [49, s. 454], [54, s. 105].

Evropská komise udává systém pro označení SPF na obalu přípravku v několika kategoriích. Nízká ochrana je korespondující s SPF 6 a 10, střední ochrana s SPF 15, 20 a 25, vysoká ochrana pak s SPF 30 a 50 a velmi vysoká ochrana s SPF 50+. Toto slovní označení by mělo být na obale sunscreenu minimálně stejně zřetelné jako označení SPF. Z hlediska zajištění ochrany kůže je žádoucí ochrana nejen proti UVB, ale i proti UVA záření, které zejména způsobuje chronické účinky. Filtry blokující UVA záření by měly tvořit minimálně třetinu z hodnoty SPF. Pokud výrobek splňuje takovéto kritérium, potom by měl nést na obale vyobrazení písmen UVA uvnitř kruhu (Obr. 4), jehož průměr by neměl přesáhnout výšku čísla SPF [55].

Míra absorpce UV radiace u hodnot SPF přípravků neprobíhá lineárně. Např. sunscreen s SPF 15 absorbuje 93 % sluneční radiace, SPF 30 (dvojnásobně vyšší faktor) pak pohlcuje 97 % záření a u SPF vyšší než 50 již není absorpce výrazně zvýšená [23, s. 187].

Výsledná ochrana proti UV radiaci nezáleží pouze na hodnotě SPF. Je ovlivněna také řadou dalších faktorů zejména hodnotou UV indexu, kožním fototypem jedince, množstvím použitého sunsreenu, jeho četností a místem aplikace, zdroji světla, zda dochází v průběhu ke koupání nebo pocení jedince. Závislost hodnot SPF na UV indexu a kožním fototypu je uvedena v Tab. 1 [1, s. 75], [23, s. 187].

Tab. 1. Doporučené hodnoty SPF pro jednotlivé kožní fototypy v závislosti na UV indexu při prvním opalování [3, s. 113]

UV-Index	Kožní fototyp			
	I	II	III	IV
1–3	15	10	5	–
4–6	25	20	10	5
7–9	40	30	20	15
10 a více	50	40	30	20

3.3.1 Metody stanovení ochranného slunečního faktoru

První metody pro měření SPF a indexu byly známy již před více než 50 lety. V roce 1978 ve Spojených státech vydala FDA první standardní metodu pro určení a označení SPF. Následovalo vydání normy v Německu roku 1984, která byla platná pro Evropu. Tyto dva standardy se lišily především v typu použitého zdroje UV záření (xenonová výbojka nebo rtuťová oblouková lampa) a také v množství aplikovaného přípravku na kůži (2,0 nebo 1,5 mg/cm²). Odlišnosti vedly k nesrovnalostem v měření SPF. Následně tedy všechny vydané standardy měly stanovené použití xenonové výbojky jako zdroje a množství aplikovaného přípravku 2,0 mg/cm² [56, s. 54].

Pro stanovení SPF jsou zavedeny dva typy metod. Jedná se o metodu *in vivo* a *in vitro*.

Metoda *in vivo*

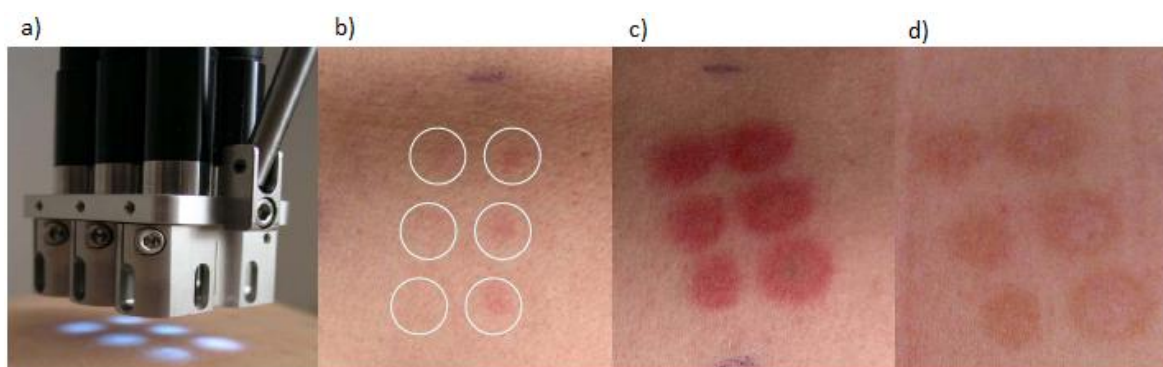
Metoda, která je založena na biologických účincích vznikajících na kůži po simulovaném ozáření [57].

Přípravky jsou testovány na skupině 10 dobrovolníků, kteří jsou proškoleni před zahájením testování a podepisují individuální informovaný souhlas. Také by měli podstoupit vstupní

lékařskou prohlídku. Osoby jsou voleny v rozmezí fototypu I, II a III v klasifikaci podle Fitzpatricka [56, s. 55], [57], [58].

Zkoumané vzorky se aplikují o hmotnosti 2 mg/cm^2 probandům na pravou nebo levou stranu zad na plochu 40 cm^2 . Druhá strana zad zůstává nechráněná. Při jednom měření se tak zjišťuje MED za použití sunscreensu i bez něj. Hmotnost vzorku byla zvolena pro dosažení rovnoměrného rozetření. Při aplikaci je třeba dbát na zamezení odpařování těkavých látek z přípravku. Aby se docílilo rovnoměrné aplikace vzorku, musí být nanášen injekční stříkačkou nebo pipetou. Rozprostření po celé zkoušené ploše je za pomoci lehkého tlaku pomocí bříška prstu. Opalovací krém se obvykle nechá zaschnout 15 až 30 minut před zahájením expozice. Místo ozáření by mělo být bez pigmentových skvrn. Jeho minimální plocha by měla být $0,5 \text{ cm}^2$, ale doporučovaná je 1 cm^2 . Zdrojem záření je již zmíněná xenonová lampa se stabilním prostorově rovnoměrným emisním spektrem. Simulace sluneční radiace je v rozsahu 290 až 400 nm s příkonem 300 W. Ozařovaná plocha je 30 cm^2 v šesti bodech s průměrem 1 cm (Obr. 5 a). Mezi 16. a 24. hodinou od expozice se vizuálně zhodnotí ozářené plochy s případným erytémem o definované hranici. Následně se vypočítá hodnota SPF dle výše popsané definice v kap. 3.3 [56, s. 55–56], [57], [58].

Testování se neprovádí v letních měsících. Pauza mezi jednotlivými testy je 2 měsíce. Do testu mohou být přijati probandi 2 měsíce po posledním slunění a nesmějí se vystavovat slunečním paprskům 2 měsíce po posledním testování [58].



Obr. 5. *In vivo* měření účinnosti opalovacích přípravků a) UV simulátor, b) reakce obvyklá, c) reakce při nesprávně zadaném SPF, d) přetrvávající pigmentace [58]

Mimo jiné kvůli negativním účinkům, které jsou vyobrazeny na Obr. 5 je v Evropské unii upřednostňovaná druhá metoda *in vitro* před metodou *in vivo*. Jedná o levnější, rychlejší a především bezpečnější metodu [56, s. 57].

Metoda *in vitro*

Tato metoda je založena pouze na fyzikálních jevech bez zatěžování lidské kůže [57].

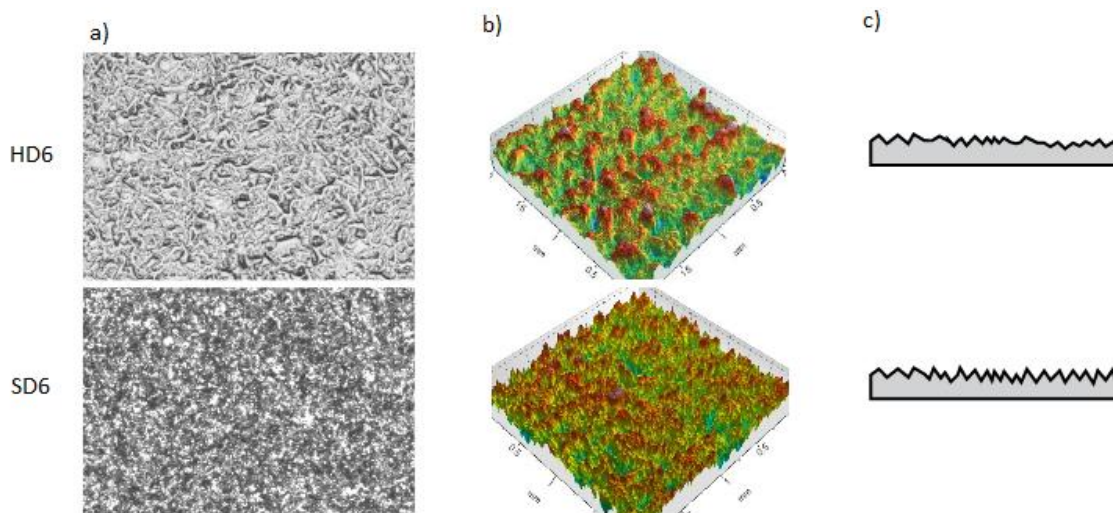
Test vyhodnocuje propustnost UV záření přes tenkou vrstvu vzorku opalovacího krému, který je místo kůže aplikovaný na zdrsňelý substrát. Propustnost přípravku se zjišťuje před a po vystavení řízené dávky simulovaného záření z definovaného zdroje UV paprsků [59, s. 2].

Jako substrát jsou použity desky z polymethylmethakrylátu (PMMA) s velikostí plochy minimálně 16 cm². Podle rozdílu v úpravě zdrsňení povrchu PMMA desky máme dva druhy. Lisovaná deska PMMA s označením HD6 nebo lisovaná s pískovaným povrchem PMMA deska SB6, jež by měla lépe simulovat distribuci zkoumaného přípravku podobně jako na lidské kůži. Materiál, z něhož je substrát vyroben by měl být transparentní pro UV záření, fotostabilní a inertní k ingrediencím testovaných vzorků opalovacích přípravků [57], [60, s. 452].

Výroba PMMA desky typu SB6 je obdobná jako výroba desky typu HD6, jež byla jako první doporučena organizací Cosmetics Europe the personal care association (COLIPA) pro stanovování SPF metodou *in vitro*. Nejprve dochází k zahřátí kuliček PMMA na 200°C. Tato hmota je pod tlakem dopravena k lisování za vzniku lisované desky. Takto připravený výlisek je podroben pískování vhnáním písku a vzduchu na jeho povrch. Na konci je deska dočištěná proudem čistého vzduchu. Porovnání drsnosti povrchu jednotlivých typů desek je znázorněno na Obr. 6. Oba typy desek jsou dodávány s certifikátem normativní kontroly [57].

Aplikace vzorku po jeho předchozím důkladném protřepání se provádí za pomoci injekční stříkačky. Na desku se nanáší malé kapky tak, aby došlo k rovnoměrnému zaplnění plochy. Požadované množství se nanáší v závislosti na typu desky. Stanoveno je 1,3 mg/cm² na HD6 a 1,2 mg/cm² na SB6 substrát. Po nanesení je vzorek okamžitě rozetřen definovaným způsobem buď ručně, nebo robotem. Nejdříve jsou použity krouživé pohyby a následuje rozetření po celé ploše. Vzorek se nechává zaschnout 15 min. Poté je detekována transmittance pomocí UV spektrofotometru při vlnové délce od 290 nm do 400 nm. Vzorek je v dalším kroku podroben umělé sluneční expozici za předepsaných podmínek. Po vystavení záření je opět proměřena transmittance na UV spektrofotometru [57].

Naměřené hodnoty jsou zaneseny a zpracovány programem Microsoft Excel dle pravidel COLIPA (sešit COLIPA). Matematické výpočty SPF byly empiricky odvozeny korelací s výsledky z testů *in vivo* z přetrvávající pigmentace na lidské kůži [57], [59, s. 2].



Obr. 6. Porovnání desek HD6 a SB6 a) 2D profil, b) 3D profil, c) znázornění horizontálního profilu [57]

3.4 Voděodolnost přípravků proti slunění

Další důležitou vlastností přípravků určených k opalování je v dnešní době odolnost vůči vodě. V důsledku koupání ve vodě ať už sladké, chlorované, nebo slané, ale i produkcí potu dochází ke smývání použitého přípravku. Kůže se potom stává nechráněnou, pokud se aplikace neprodleně neopakuje. Další možnou příčinou sníženého účinku opalovacího přípravku je možný jeho mechanický otěr [3, s. 85].

Mnohé přípravky jsou označeny jako voděodolné a jsou navrženy tak, aby jejich složky ulpívaly v rohové vrstvě kůže. Tyto produkty, které jsou určeny především k letní opalovací aktivitě s prodlouženou odolností, obsahují polymery. Ty ulpívají na povrchu lidské kůže a brání odstranění přípravku. Použité polymery jsou akrylátové, metakrylátové nebo dimetikonové povahy [3, s. 85], [39, s. 136].

Na trhu se objevují dva typy přípravků v závislosti na míře voděodolnosti. Jedná se o water-resistant a very water-resistant dříve nazývané také jako water-proof. Podle FDA byl vypracován test zkoumající voděodolnost těchto přípravků. Test [56, s. 58] určující označení water-resistant spočívá ve dvou dvacetiminutových ponořeních probandů s dvacetiminutovou přestávkou v pitné vodě při teplotě 23–32 °C. Testování probíhá bez

osušení ručníkem. Pokud nedojde k výraznému poklesu SPF přípravku, pak může být označen jako water-resistant. Pokud je test prodloužen na čtyři dvacetiminutová máčení opět s přestávkami za definovaných podmínek a nedojde k poklesu SPF, přípravek nese označení very water-resistant.

V EU se metoda řídí pokyny vydanými COLIPA v roce 2005. Kroky jednotlivých testů jsou pro water-resistant přípravky následující [61, s. 3–6]:

- po aplikaci testovaného přípravku na kůži je žádoucí vyčkat na zaschnutí vzorku 15 až 30 minut,
- první ponoření do vody na 20 minut,
- přestávka máčení na 15 minut bez osušení probanda ručníkem,
- druhé ponoření do vody na 20 minut,
- osušení probanda bez použití ručníku, pouze na vzduchu, minimálně 15 minut nebo do úplného oschnutí,

Pro testování very water-resistant je postup stejný, jen je prodloužen o další 2 ponoření s patřičnými přestávkami a ve stejném časovém rozmezí [61, s. 6].

Při testování míry voděodolnosti metodou *in vivo* by měli dobrovolníci splňovat kritéria s ohledem na typ pleti, kožní onemocnění, zdravotní stav a dodržet dobu od posledního provedeného testu stejně tak, jak je požadováno u testování SPF, tj. 2 měsíce. Plocha pro testování na dobrovolnících je také situována na zádech mezi lopatkou a pasem tak, aby bylo zajištěné její ponoření. Množství testovaného přípravku by se mělo nanášet 2.0 mg/cm^2 ($\pm 2,5 \%$). Zdrojem UV záření by měl být solární simulátor opět podléhající požadavkům pro stanovení SPF [61, s. 3].

Voda použitá k testování má definované parametry. Jedná se o vodu s maximálním povoleným množstvím kombinace hořčíku a vápníku 500 mg/l a minimem 50 mg/l. Teplota vody by měla být $29^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ [61, s. 7].

Jako voděodolné (water-resistant – WR) a vysoce voděodolné (very water-resistant) mohou být označeny přípravky, u kterých je míra voděodolnosti $\geq 50 \%$ po stanovené době ponoření [61, s. 6].

Dále se můžeme setkat s označením sweat-resistant. Přípravek s tímto označením nám zaručuje ochranu u nepřetržitého silného pocení po dobu 30 minut [1, s. 75].

Ochranný sluneční faktor přípravku více snižuje voda čerstvá a slaná nežli voda chlorovaná. Voděodolné přípravky jsou pak lehce odstranitelné za použití mírně alkalického mýdla s vodou [3, s. 85].

Tento postup měření *in vivo* je zatěžující pro dobrovolníky (ozařování a dlouhá doba ponoření ve vodě), proto je testování voděodolnosti *in vitro* důležitou alternativou [60, s. 452].

3.5 Používání sunscreenů

Existuje několik zásad pro správné používání opalovacích přípravků. Produkt by měl být aplikován 20–30 minut před zahájením sluneční expozice, aby zejména u chemických filtrů byla dostatečná doba pro vytvoření potřebných vazeb s kůží. Výzkumy ukazují [1, s. 76], že nejlepší ochrana je dosaženo aplikací 15–30 minut před expozicí a opětovným nanesením přípravku po 15–30 minutách slunění. Aplikace sunscreenů by se měla opakovat každé 2–3 hodiny nezávisle na tom, zda se jedná o voděodolné přípravky, dále po plavání, pocení či otírání. Mezinárodně dohodnuté množství přípravku, které se nanáší na kůži pro zaručení její ochrany je stanoveno na 2 mg/cm^2 . Avšak studie [62, s. 210] ukazují, že zákazníci nanášejí přibližně $0,5\text{--}1 \text{ mg/cm}^2$. Mimo jiné i díky tomuto zjištění je doporučeno používat přípravky s vysokým SPF. Dalším důvodem je možná degradace aktivních složek proti UV záření a také možnost vzniku imunosuprese, poškození DNA, photoagingu nebo mutace [1, s. 75–76], [38, s. 535].

Přípravky obsahující PABA by neměly být aplikovány na kůži dětí mladších 6 měsíců. Všeobecně by neměly být sunscreeny podávány dětem během prvního půlroku života, ale měla by být zvolena jiná preventivní opatření. Děti do 2 let by také měly být chráněny oděvem a neměly by být vystavovány přímému slunci. U starších dětí by měly být voleny přípravky s vyšším SPF v závislosti na intenzitě a době záření (SPF 10–30) [1, s. 76], [39, s. 138].

3.6 Nežádoucí účinky v důsledku použití sunscreenů

Jedním z nežádoucích účinků může být vznik kožních projevů jako odezva na samotné aktivní složky a jejich produkty a volné radikály vznikající po fotodegradaci nebo na přídatné látky, jako jsou konzervační a vonné látky. Opalovací přípravky, které obsahují PABA, její deriváty, cinnamáty nebo oxybenzony mohou způsobovat kontaktní dermatitidu nebo fotosenzibilizační reakci. Radiace UV může zapříčinit rozštěpení chemických vazeb v molekulách a dát tak vznik novým substancím, které mohou být více toxické. Další

složky přípravku, jako jsou vonné látky, lanolin, alkoholy nebo konzervační látky mohou také způsobovat podráždění kůže i očí [1, s. 76], [40, s. 386], [46], [52, s. 319].

Dalším nežádoucím účinkem může být v řadách veřejnosti obava ze zabránění tvorby vitamínu D pravidelným a dlouhodobým používáním sunscreenu. Klinické studie [38, s. 534] však prokázaly, že dlouhodobé užívání opalovacích přípravků má malý nebo žádný vliv na hladinu vitamínu D nebo vyvolání osteoporózy. K tvorbě vitamínu D stačí nízké hladiny UV radiace. Dostačující je expozice rukou, paží a obličeje dvakrát až třikrát týdně po dobu asi 5 minut pro fototyp II na jaře, v létě a na podzim [38, s. 534].

3.7 Kosmetické přípravky po opalování

Neméně důležité jsou také přípravky, které se aplikují po opalování a přispívají k regeneraci kůže. Jejich úkolem je mírnit nežádoucí účinky opalování a dehydratace kůže způsobené kontaktem s vodou. Toho je docíleno přítomností humektantů a emoliencií v přípravcích. Zvlhčení, promazání a udržení vláčnosti kůže zmírňuje odlupování kůže způsobené ztluštěním rohové vrstvy. Nejvíce využívaný z těchto látek je panthenol. Dále tyto přípravky většinou obsahují antioxidanty v podobě vitamínu C a E, které tlumí fotochemické poškození. Kyselina L-askorbová zajišťuje obnovu alfa-tokoferolu a také stimuluje regeneraci kolagenu. Z dalších antioxidantů mohou být zahrnuti koenzym Q10, niacinamid, kyselina alfa-lipoová, karnosin, polyfenoly nebo jiné extrakty z rostlin, např. extrakt ze zeleného čaje, sóji, vinné révy, granátového jablka či aloe vera. Barviva z řady retinoidů upravují hyperplastickou *epidermis*, redukují hyperpigmentaci a inhibují enzymy, které rozkládají kolagen. Další složkou přípravků po opalování jsou alfa-hydroxy kyseliny, které napomáhají exfoliaci *epidermis*, zvýšení hustoty kolagenu a zdokonalují kvalitu elastinu. Peptidy obsažené v přípravcích stimulují produkci kolagenu. Ve složení mohou být obsaženy i reparační enzymy DNA jako lyázy, které jsou enkapsulovány do liposomů. Liposomy pronikají do poškozených Langerhansových buněk a keratinocytů. Lyázy, např. endonukleáza, fotolyáza, 8-oxoguanin glykosyláza, napomáhají reparačním mechanismům DNA, čímž brání aktinickému stárnutí a možnosti vzniku rakoviny kůže [39, s. 138], [52, s. 331–334], [63, s. 79–80].

4 CÍLE PRÁCE

V teoretické části této práce bylo cílem vypracování literární rešerše zaměřené na UV záření a jeho biologické účinky s důrazem na kůži, formy přirozené a umělé fotoprotekce.

Cílem experimentální části diplomové práce bylo:

- stanovit rozdíly před a po expozici UV záření u vybraných kosmetických přípravků za použití zařízení SUNTEST CPS+ a substrátu SB6,
- srovnání výsledků měření s použitím substrátu SB6 a HD6, který byl pro aplikaci testovaných přípravků použit v práci [64],
- stanovit rozdíly před a po expozici UV záření u vybraných kosmetických přípravků za použití zařízení SUNTEST CPS+ při zatížení na zkoušky jejich deklarované voděodolnosti.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 METODIKA

5.1 Testovaný materiál

V experimentu byly zkoumány opalovací přípravky (Obr. 7) s různě vysokým SPF deklarovaným na obale každého přípravku. Přípravky budou v experimentální části označeny písmenem pro jednodušší orientaci a přehledně seřazeny se vzrůstající hodnotou jejich SPF.



Obr. 7. Testované přípravky a) SynCare SUN PROTECT, b) Astrid SAHARA, c) Avon SUN+, d) SynCare SUN PROTECT, e) Daylong ULTRA, f) SynCare SUN PROTECT, g) Vichy CAPITAL SOLEIL, h) Bioderma PHOTODERM MAX, ch) SynCare ZINCI SUN, i) La Roche-Posay ANTHELIOS XL, j) Bioderma PHOTODERM KID, k) La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS, l) Uriage BARIÉSUN ENFANT

Základní charakteristika přípravků je uvedena v Tab. 2.

Tab. 2. Charakteristika testovaných přípravků

Kód	Výrobce a název přípravku	SPF/UVA deklarace	Forma	Voděodolnost
A	SynCare SUN PROTECT	12/4	Emulze	–
B	Astrid SAHARA	15	Emulze	Odolný
C	Avon SUN+	15	Mléko	–
D	SynCare SUN PROTECT	20/8	Emulze	–
E	Daylong ULTRA	25	Lipozomální mléko	Vysoce odolný
F	SynCare SUN PROTECT	30/15	Krém	Odolný
G	Vichy CAPITAL SOLEIL	30	Mléko	Odolný
H	Bioderma PHOTODERM MAX	50+	Mléko	Odolný
CH	SynCare ZINCI SUN	50+/16	Emulze	–
Přípravky testované na deklarovanou voděodolnost				
I	La Roche-Posay ANTHELIOS XL	50+	Krém	Vysoce odolný
J	Bioderma PHOTODERM KID	50+	Mléko	Odolný
K	La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS	50+	Mléko	Odolný
L	Uriage BARIÉSUN ENFANT	50+	Mléko	Odolný

Filtry UV radiace, které jsou obsažené v testovaných přípravcích, jsou uvedeny v Tab 3a–d včetně rozsahu jejich působení v UV oblasti (pozn.: x značí pozitivní pokrytí UV oblasti, – značí, že přípravek neobsahuje daný typ UV). Jejich kompletní složení je uvedeno podle INCI názvosloví v přílohách IV–XVI [65], [66], [67]. Označení vzorků bylo voleno stejné, jako je uvedeno v Tab. 2.

Tab. 3a. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích

Kód	Typ UV filtrů		UV oblast působení	
	Chemické	Fyzikální	UVA	UVB
A	–	Titanium Dioxide	x	x
B	Octocrylene	–		x
	Homosalate	–		x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	–		x
C	Ethylhexyl Methoxycinnamate	–		x
	Benzophenone-3	–	x	
	Ethylhexyl Salicylate	–		x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
D	–	Titanium Dioxide	x	x
E	Ethylhexyl Methoxycinnamate	–		x
	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	–	x	
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	–	x	x
	Ethylhexyl Triazone	–		x
F	–	Titanium Dioxide	x	x
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	–	x	x

Tab.3b. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích

Kód přípravku	Typ UV filtrů		UV oblast působení	
	Chemické	Fyzikální	UVA	UVB
G	–	Titanium Dioxide [nano]	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Octocrylene	–		x
	Ethylhexyl Triazone	–		x
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxy- phenyl Triazine	–	x	x
	Drometrizole Trisiloxane	–	x	x
H	Octocrylene	–		x
	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetra- methylbutylphenol	–	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Bis-Ethylhexyloxophenol Methoxy- phenyl Triazine	–	x	x
CH	–	Titanium Dioxide	x	x
	Ethylhexyl Methoxycinnamate	–		x
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxy- phenyl Triazine	–	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmetane	–	x	
	–	Zinc Oxide	x	x

Tab. 3c. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích

Kód	Typ UV filtrů		UV oblast působení	
	Chemické	Fyzikální	UVA	UVB
I	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	–	x	x
	–	Titanium Dioxide [nano]	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Ethylhexyl Triazone	–		x
	Drometrizole Trisiloxane	–	x	x
J	Octocrylene	–		x
	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol	–	x	x
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	–	x	x
K	Ethylhexyl Salicylate	–		x
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	–	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Drometrizole Trisiloxane	–	x	x
	Diethylhexyl Butamido Triazone	–		x
		Titanium Dioxide	x	x
	Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid	–	x	x

Tab. 3d. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích

Kód	Typ UV filtrů		UV oblast působení	
	Chemické	Fyzikální	UVA	UVB
L	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetra- methylbutylphenol	–	x	x
	Butyl Methoxydibenzoylmethane	–	x	
	Ethylhexyl Triazone	–		x

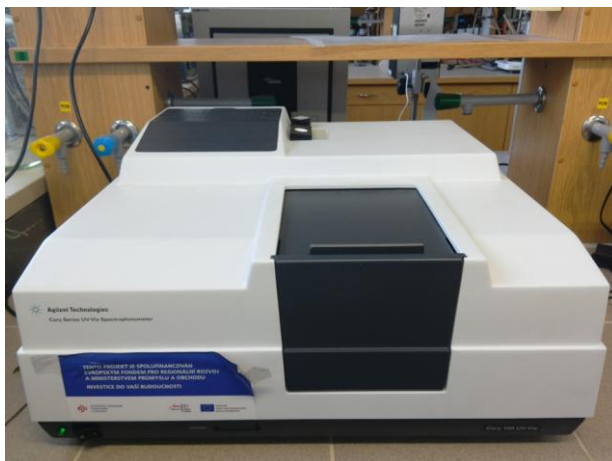
5.2 Použité chemikálie a pomůcky

K experimentu byly použity následující pomůcky a chemikálie:

- kádinky o objemu 10 ml a 150 ml,
- buničina,
- fixy,
- nůžky,
- injekční stříkačky Injekt 0,01–1 ml (BRAUN, Německo),
- injekční jehly Sterican 0,90 × 25 mm (BRAUN, Německo),
- analytické váhy KERN (OHAUS, Švýcarsko),
- destilovaná voda,
- parafilm,
- odměrná baňka o objemu 1000 ml,
- glycerol p. a. (PENTA, Česká republika),
- chlorid sodný p. a. (LUKEŠ, Česká republika),
- substrát SB6, 5 × 5 cm (HELIOSCREEN, Francie).

5.3 Použité přístroje a zařízení

Z přístrojového vybavení k měření transmittance byl použit spektrofotometr UV-Vis Cary 100 od americké firmy Agilent Technologies (Obr. 8). Tento spektrofotometr měří vlnové délky v rozsahu 180–900 nm po kroku 1 nm. Jako světelný zdroj je zde zabudovaná halogenová žárovka s deuteriovou lampou, což zajišťuje spojité spektrum záření. Signály jsou převedeny do čitelné formy a vyhodnoceny za pomoci softwaru Cary WinUV.



Obr. 8. Spektrofotometr UV-VIS Cary 100

K vyvinutí umělého slunečního záření byl použit přístroj SUNTEST CPS+ americké firmy Atlas. Solární komora slouží k ozařování vzorků při určité teplotě a za daného času. Zdrojem umělého záření je zde xenonová výbojka, která je chráněna křemenným a skleněným filtrem pro dodržení bezpečnosti práce. Stimulátor má ukládací prostor se 6 otvory. Lze tedy najednou ozařovat 5 desek a do posledního otvoru se vkládá teplotní čidlo, které má stejné rozměry jako deska pro nanášení vzorků. Dále přístroj obsahuje displej s ovládacím panelem pro nastavení požadovaných parametrů.

Od stejné firmy byl sluneční stimulátor doplněn o zařízení SunTray, které umožňuje výměnu nebo odběr vzorků ze solární komory bez přerušení probíhajícího testování. Obsluha přístroje tak není vystavena umělému záření z výbojky. Komplet zařízení je uveden na Obr. 9.



Obr. 9. Solární stimulátor SUNTEST CPS +

Při měření voděodolnosti kosmetických přípravků byla použita třepačka firmy Kavaliér (Česká republika).

5.4 Organizace měření

5.4.1 Stanovení SPF metodou *in vitro*

Příprava referenčního vzorku

Referenčním vzorkem byla PMMA SB6 deska s rozetřeným glycerolem na jejím zdrsněném povrchu. Bylo nanášeno 18,8 mg glycerolu v malých kapkách rovnoměrně po celé ploše desky injekční stříkačkou s jehlou. Nanášené množství glycerolu bylo rozetřeno pomocí bříška prstu. Rozetření proběhlo ve dvou fázích. V první fázi byl glycerol rozprostřen přes celou plochu desky rychlými, ale malými krouživými pohyby v intervalu cca 30 sekund s vyvinutím minimálního tlaku. Ve druhé fázi došlo ke změně z krouživého pohybu na horizontální a vertikální tahy po povrchu desky. V této fázi byl vyvinut mírný tlak při roztírání k dokonalému vetření vzorku do zdrsněného povrchu substrátu. Horizontální a vertikální roztírání opět trvalo přibližně 30 sekund. Pro stabilizaci filmu vzorku rozetřeného po povrchu byla deska ponechána při laboratorní teplotě ve tmě po dobu 15 minut.

Referenční vzorek posloužil k determinaci absorpance UV záření. Pomocí spektrofotometru byla proměřena transmitance v 9 oblastech desky. Hodnoty referenčního vzorku byly nastaveny jako baseline pro měření vzorku jednotlivých přípravků.

Vlastní měření SPF u vzorků

Pro každý vzorek kosmetického přípravku bylo připraveno 5 desek SB6. Substráty byly označeny číslem. Na analytických vahách bylo na jednotlivé substráty naváženo $1,2 \text{ mg/cm}^2$ vzorku přípravku. Aplikace, rozetření a stabilizace vzorku na desce byla provedena stejným postupem, jako byl popsán u přípravy referenčního vzorku. Za pomoci spektrofotometru byly desky proměřeny také v 9 různých bodech jako u reference. Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny programem Cary WinUV. Získaná data byla převedena do programu Microsoft Excel, konkrétně do tzv. sešitu COLIPA, který byl navržen dle ISO normy 24443 [59] pro stanovení hodnot SPF a UVA testovaného přípravku. Do prvního listu sešitu s názvem mAF_0 byly vloženy naměřené hodnoty transmitance před vystavením vzorku paprskům UV, do třetího listu byl vepsán SPF faktor, který byl deklarován na testovaném přípravku. Následně byly vypočítány hodnoty SPF_0 , $UVA-PF_0$, kritické vlnové délky před ozářením (λ_{C_0}), dále rozptyl hodnot nerovnoměrným nanášením (CV %). Byla vypočítána také doba nutná k ozáření vzorků v solární komoře o intenzitě

63,9 W/cm². Vzorčky byly podrobeny expozici UV paprsků v solární komoře SUNTEST CPS+ při teplotě 40 °C a po dobu vypočítanou programem. Po ozařování byly testované vzorky opět 15 minut ponechány ve tmě při laboratorní teplotě. Následně byla změřena jejich transmitance stejně tak, jako před UV radiací. Získaná data transmitance byla vložena do druhého listu COLIPA sešitu s názvem mAF(D_x), z čehož pak mohly být vypočítány hodnoty SPF_(D_x), UVA-PF_(D_x) a kritické vlnové délky po ozáření ($\lambda_{C(Dx)}$). V COLIPA sešitu jsou také vyobrazeny pomocí grafu závislosti absorbance naměřené před a po expozici na vlnové délce. V posledním listu dochází ke kalkulaci veškerých dat a ke korekci s hodnotami, které byly stanoveny metodou *in vivo*.

5.4.2 Stanovení voděodolnosti vybraných přípravků

Testování voděodolnosti bylo prováděno podle pokynů ke stanovení voděodolnosti opalovacích přípravků dle COLIPA vydané v roce 2005.

Příprava referenčního vzorku i matematické zpracování dat (SPF a UVA-PF) bylo stejné jako v předchozím případě, proto zde bude popsáno pouze vlastní měření a vyhodnocení voděodolnosti přípravků.

K testování voděodolnosti opalovacích přípravků byly připraveny vždy 3 desky SB6. Množství nanášeného vzorku bylo opět 1,2 mg/cm² a důkladně rozetřeno. Vzorčky byly stabilizovány také 15 minut ve tmě při laboratorní teplotě. Následně byla proměřena transmitance před UV radiací. Po vypočtení potřebné doby ozařování pomocí COLIPA sešitu byly vzorky podrobeny ozáření v solárním stimulátoru za stejných podmínek jako při stanovení SPF a UVA. Po stabilizaci ve tmě byla u vzorků proměřena transmitance po ozáření UV paprsky. Pro zkoušení voděodolnosti přípravků byl zvolen fyziologický roztok, tj. 0,9% roztok NaCl. Za laboratorních podmínek nedocházelo k cirkulaci vody v lázni. Substráty byly ponořeny do kádinky se 150 ml fyziologického roztoku, překryty parafilmem a upevněny na třepačku. Díky třepání docházelo k lepší simulaci kontaktu substrátu s roztokem. Dle pokynů byly vzorky ponořeny v lázni 20 minut. Po uplynutí této doby byly substráty vyjmuty a ponechány 15 minut samovolně schnout. Vzorčky, které měly deklarovanou voděodolnost jako water-resistant, byly podrobeny ponoření v lázni dvakrát 20 minut. Přípravky s označením very water-resistant byly ponořeny čtyřikrát 20 minut s patřičnými přestávkami samovolného schnutí. Nakonec byly substráty ponechány zcela uschnout. Po zaschnutí a stabilizaci 15 minut ve tmě byla opět přeměřena transmitance a získaná data byla vložena a vyhodnocena v COLIPA sešitu.

5.4.3 Určení doby ozáření

Doba, po kterou byly vzorky podrobeny simulaci UV expozici, byla vypočtena programem Microsoft Excel dle pravidel COLIPA při určité intenzitě záření. Předcházelo tomu proměření transmitance testovaných vzorků nanesených na substrátu pomocí spektrofotometru. Průměrné doby UV expozice pro testované přípravky jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4. Doby trvání UV expozic v solárním simulátoru

Kód	SPF/UVA deklarace	Průměrná doba ozá- ření	Kód	SPF/UVA deklarace	Průměrná doba ozá- ření
A	12/4	0:24:06	H	50+	2:08:47
B	15	0:31:06	CH	50+/16	1:16:39
C	15	0:27:01	I	50+	1:33:27
D	20/8	0:34:30	J	50+	2:04:32
E	25	0:45:46	K	50+	2:02:33
F	30/15	0:39:53	L	50+	1:44:47
G	30	1:05:22			

6 MATEMATICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Matematické zpracování dat je realizováno v sešitě COLIPA, kde byla vložena každá sada naměřených dat transmitance, tj. naměřené hodnoty transmitance před a po ozáření umělým slunečním zdrojem. Sešit COLIPA je sestaven pro vypočítání následujících dat:

- faktor UVA sluneční ochrany před expozicí UV zářením ($UVA-PF_0$) je získán ze vzorku před expozicí umělým zářením, je odvozen z transmisní křivky,
- faktor UVA sluneční ochrany po expozici UV záření ($UVA-PF_{(D_x)}$) je získán ze vzorku po expozici umělým zářením, je také odvozen z transmisní křivky,
- *in vitro* SPF je absolutní ochrana před vznikem erytému po UV expozici, kterou daný vzorek reálně poskytuje [64, s. 39],
- kritická vlnová délka (λ_c) je vlnová délka, při které absorpce UV filtru dosáhne 90 % jeho celkové absorpce, čím vyšší je její hodnota, tím je větší rozsah ochrany proti UVA záření, tzn. vyšší kvalita přípravku, optimální by byla hodnota kritické vlnové délky 370 nm [68, s. 290],
- transmitance je veličina, která charakterizuje zeslabení intenzity světla po průchodu přes daný vzorek, je to podíl záření prošlého přes látku k záření dopadajícímu, transmitance může být vyjádřena v procentech a nabývá hodnot od 0–100 %, jejích nejlepších hodnot je dosaženo při absorpčním maximu stanovované látky [45, s. 56].

Hodnoty UVA-PF a SPF byly sešitem vypočítány podle rovnic (1) a (2) [59, s. 6–7].

$$UVA-PF_0 = \frac{\int_{\lambda=320}^{\lambda=400} P(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{\lambda=320}^{\lambda=400} P(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot 10^{-A_0(\lambda)C} \cdot d\lambda} \quad (1)$$

Kde:

$P(\lambda)$ – účinky spektrálního pásma pro vznik PPD;

$I(\lambda)$ – spektrální záření ze zdroje;

$A_0(\lambda)$ – průměrná monochromatická absorbance vrstvy testovaného vzorku před UV ozářením;

C – korelační koeficient, jeho hodnota by se měla pohybovat v rozmezí hodnot 0,8–1,6;

$d\lambda$ – vlnová délka po 1 nm.

$$SPF_{in vitro} = \frac{\int_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot 10^{-A_0(\lambda)} \cdot d\lambda} \quad (2)$$

Kde:

$E(\lambda)$ – účinky spektrálního pásma pro vznik erytému;

$I(\lambda)$ – spektrální záření ze zdroje;

$A_0(\lambda)$ – průměrná monochromatická absorbance vrstvy testovaného vzorku před UV ozáření;

$d\lambda$ – vlnová délka po 1 nm.

Sešit COLIPA automaticky určil i hodnoty koeficientu CV [%], který nás informuje o nerovnoměrném nanesení vzorku. Také automaticky vypočítal doby nutné k expozici vzorků v solární komoře a kritické vlnové délky před a po ozáření.

U zkoumaných vzorků nebyly naměřeny žádné výrazné odchylky, jak je patrné z Tab. 5 a výsledky uvedené v kapitole 7.1 jsou tedy v průměrných hodnotách. Pro vzorky A–CH jsou průměrné hodnoty vypočítány z pěti měření. U vzorků I–L byla stanovována voděodolnost, což bylo časově náročné, proto u těchto vzorků byly od každého přípravku testovány pouze tři substráty s naneseným přípravkem.

Tab. 5. Výsledné hodnoty přípravku SynCare SUN PROTECT SPF/UVA 12/4

Substrát	SPF ₀	SPF _(Dx)	UVA-PF ₀	UVA-PF _(Dx)	λ_{C_0}	$\lambda_{C(Dx)}$
1	11,4	9,6	8,0	7,8	385,9	386,0
2	11,0	8,3	6,9	6,6	384,3	384,6
3	12,0	9,6	8,0	8,0	386,0	386,0
4	11,4	9,5	7,9	7,7	385,8	385,9
5	11,6	9,3	7,7	7,6	385,7	385,7
Průměr	11,5	9,2	7,7	7,5	385,5	385,6
SD	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3

Výpočet voděodolnosti přípravku

Procento voděodolnosti již nebylo zpracováno sešitem COLIPA a bylo vypočítáno podle následující rovnice (3) [61, s. 5].

$$\%WRt_n = \frac{SPFt_n - 1}{SPFt_0 - 1} \cdot 100 \quad (3)$$

Kde:

$SPFt_n$ – SPF po n minutě ponoření;

$SPFt_0$ – počáteční SPF.

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

Testované přípravky byly nanášeny na SB6 substrát. Způsob jejich roztírání byl dán jejich složením. Značné problémy způsobovalo například roztírání přípravků s nízkým nebo naopak s velmi vysokých SPF, dále také s obsahem fyzikálních filtrů nebo přípravků s vyšším obsahem vody, z důvodu jejího rychlého odpařování.

Pro grafické vyobrazení závislosti upraveného normalizovaného průměru absorbance před (mAF_0 , modrá křivka) a po ($mAF_{(Dx)}$, červená křivka) ozáření na vlnové délce budou použity pouze reprezentativní vzorky z důvodu malých odchylek.

7.1 Výsledky parametrů přípravků určených pro ochranu před slunečním zářením

Veškeré hodnoty, které byly naměřeny pro jednotlivé vzorky a vypočítány programem Excel Microsoft s pravidly COLIPA jsou uvedeny v Tab. 6a, b v průměrných hodnotách. Jedná se o hodnoty SPF, UVA-PF, kritické vlnové délky před a po umělém ozáření a hodnoty koeficientu informující o nerovnoměrném nanesení vzorku.

Tab. 6a. Parametry kosmetických přípravků

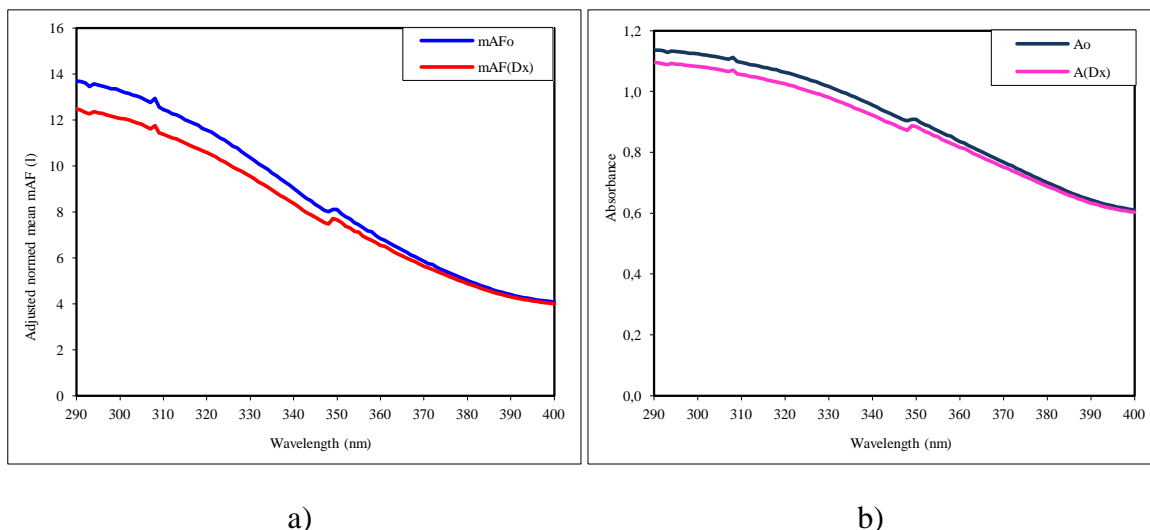
Kód	SPF/UVA deklarace	SPF ₀	SPF _(Dx)	UVA-PF ₀	UVA- PF _(Dx)	λ_{C_0}	$\lambda_{C(Dx)}$	CV [%]
A	12/4	11,48 ± 0,17	9,24 ± 0,25	7,70 ± 0,21	7,52 ± 0,25	385,53 ± 0,31	385,65 ± 0,28	0,10 ± 0,0
B	15	13,12 ± 0,42	12,00 ± 0,30	9,99 ± 0,25	9,70 ± 0,32	380,47 ± 0,07	381,19 ± 0,09	0,10 ± 0,01
C	15	16,90 ± 0,76	10,42 ± 0,08	8,68 ± 0,07	8,81 ± 0,25	381,88 ± 0,09	380,39 ± 0,06	0,10 ± 0,02
D	20/8	18,58 ± 0,19	13,23 ± 0,18	11,02 ± 0,15	10,55 ± 0,05	384,39 ± 0,16	384,55 ± 0,17	0,10 ± 0,02
E	25	18,88 ± 0,23	17,766 ± 0,17	14,71 ± 0,14	12,24 ± 0,21	380,52 ± 0,08	380,73 ± 0,06	0,10 ± 0,03

Tab. 6b. Parametry kosmetických přípravků

Kód	SPF/UVA deklarace	SPF ₀	SPF _(Dx)	UVA-PF ₀	UVA- PF _(Dx)	λ_{C_0}	$\lambda_{C_{(Dx)}}$	CV [%]
F	30/15	30,26 ± 0,24	15,29 ± 0,80	12,74 ± 0,67	13,00 ± 0,61	380,83 ± 0,17	380,84 ± 0,13	0,00 ± 0,02
G	30	30,10 ± 2,39	25,22 ± 0,20	21,02 ± 0,17	20,51 ± 1,31	383,53 ± 0,11	383,26 ± 0,11	0,08 ± 0,02
H	50+	49,36 ± 1,28	49,68 ± 0,28	41,40 ± 0,23	40,63 ± 0,86	383,04 ± 0,08	382,68 ± 0,08	0,00 ± 0,00
CH	50+/16	69,87 ± 1,71	29,38 ± 0,40	24,48 ± 0,33	32,31 ± 1,11	384,84 ± 0,17	383,51 ± 0,12	0,00 ± 0,00

7.1.1 Přípravky s deklarovaným SPF 12

Testovaný přípravkem s deklarovaným SPF 12 byl SUN PROTECT od firmy SunCare, navíc s uvedenou ochranou proti UVA záření 4 na obale. Tento opalovací krém obsahoval pouze fyzikální UV filtr – oxid titaničitý. Jak je vidět na Obr. 10 absorbance u daného přípravku klesá s rostoucí vlnovou délkou. V UVB oblasti svého maxima dosahuje u 290 nm a v UVA oblasti u 320 nm, tj. u hranice UVA II. Přípravek dosahuje hodnotu SPF₀ 11,5 a UVA-PF₀ 7,7, což je patrné z Tab. 6a. Parametry získané po aplikaci na substrát SB6 a HD6 jsou uvedeny na Obr. 19.

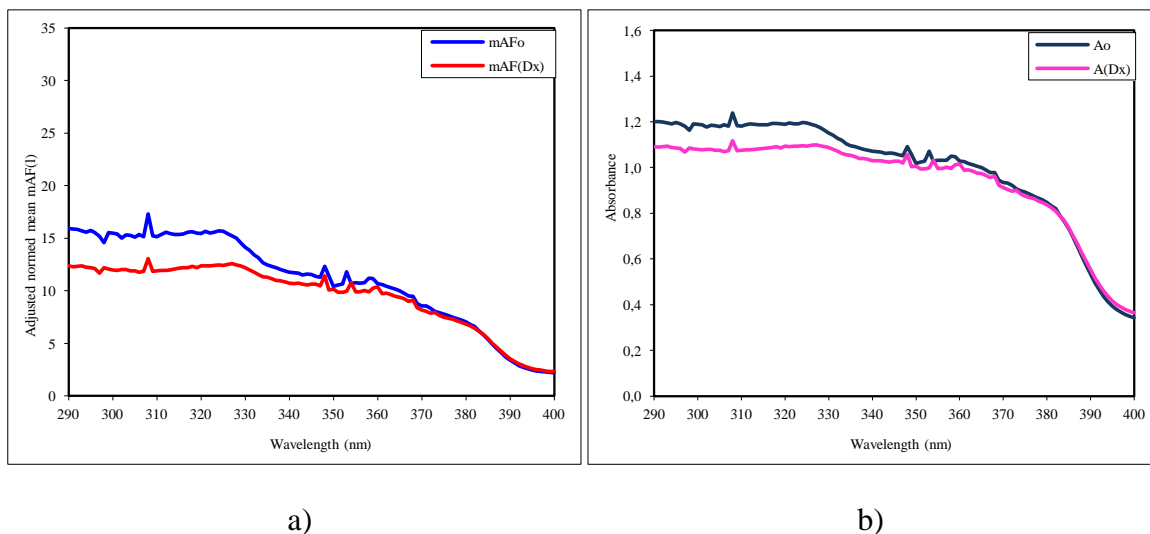


Obr. 10. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 12/4 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

7.1.2 Přípravky s deklarovaným SPF 15

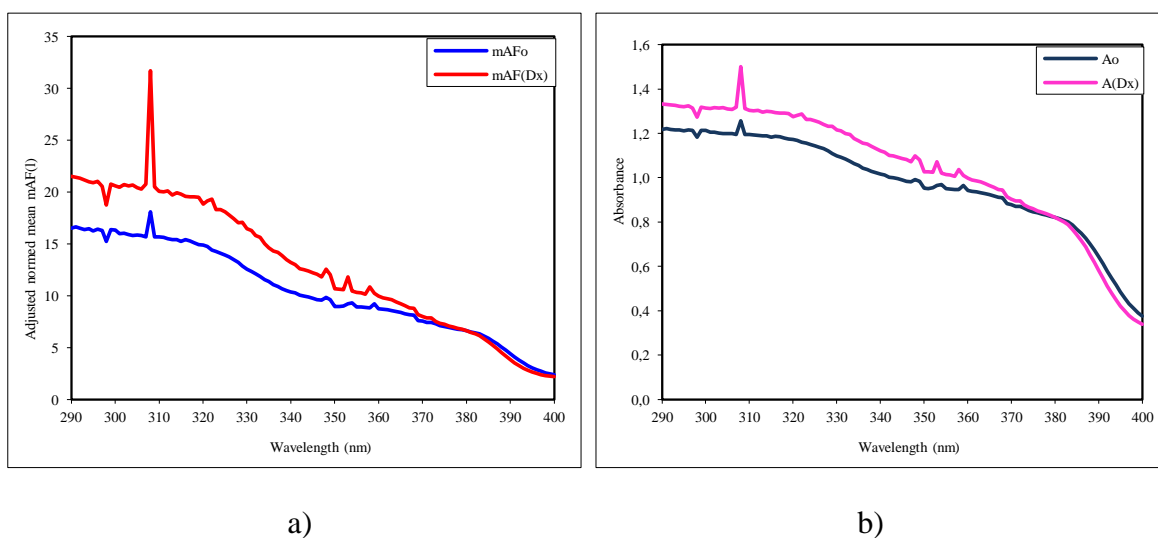
Prvním testovaným přípravkem s uvedeným SPF 15 na obale byla SAHARA od firmy Ast-rid. Tato emulze obsahovala pouze chemické UV filtry převážně s účinností v UVB oblasti. Konkrétně se jednalo o octocrylene, homosalate, phenylbenzimidazole sulfonic acid. Filtrem působícím v UVA oblasti byl butyl methoxydibenzoylmethane, který byl také obsažen ve druhém testovaném přípravku s deklarovaným SPF 15 Avon SUN+. Mimo něj přípravek od Avonu obsahoval ethylhexyl methoxycinnamate, benzophenone-3 a ethylhexyl salicylate.

Měření jsou prezentována na Obr. 11 a Obr. 12.



Obr. 11. Charakterizace účinnosti přípravku Astrid SAHARA 15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

Jak je patrné z Obr. 11, přípravek SAHARA 15 si držel konstantní ochranu v UVB oblasti. V UVA oblasti došlo k mírnému poklesu a svého maxima dosáhl v UVA-II při vlnové délce 325 nm. Po simulované expozici absorbance v závislosti na vlnové délce mírně klesla ($mAF_{(Dx)}$).



Obr. 12. Charakterizace účinnosti přípravku Avon SUN+ 15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

Přípravek Avon SUN+ měl hodnoty absorbance vyšší po ozáření než před ozáření vzorku. Stejně tak to uvádí Večeřová [64, s. 68], kde vyšší hodnoty absorbance přisuzuje tomu,

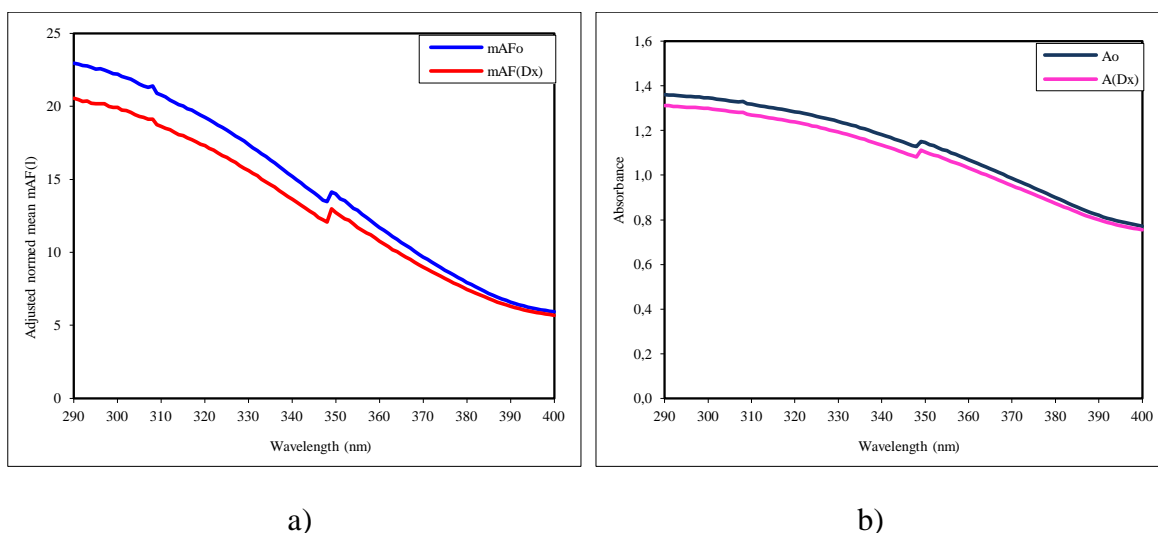
že se jednalo o přípravek aerosolového charakteru s mechanickým rozprašovačem. Receptura přípravku není fotostabilní, kombinace použitých filtrů vyžaduje optimalizaci.

Srovnání výsledků za použití HD6 desek je uvedeno na Obr. 19.

7.1.3 Přípravky s deklarovaným SPF 20

Testovaným přípravkem v této kategorii byl SynCare SUN PROTECT s SPF 20 a UVA-PF 8. Tento vzorek obsahoval pouze oxid titaničitý. U přípravku nedocházelo k výrazné fotonestabilitě po UV expozici. Ochrana v UVA oblasti byla sice nižší než v UVB, ale přesto přípravek splňoval deklarovanou UVA ochranu, jak je patrné z Obr. 13 a Tab. 6a. Deklarovanou hodnotu SPF 20 však nedosáhl.

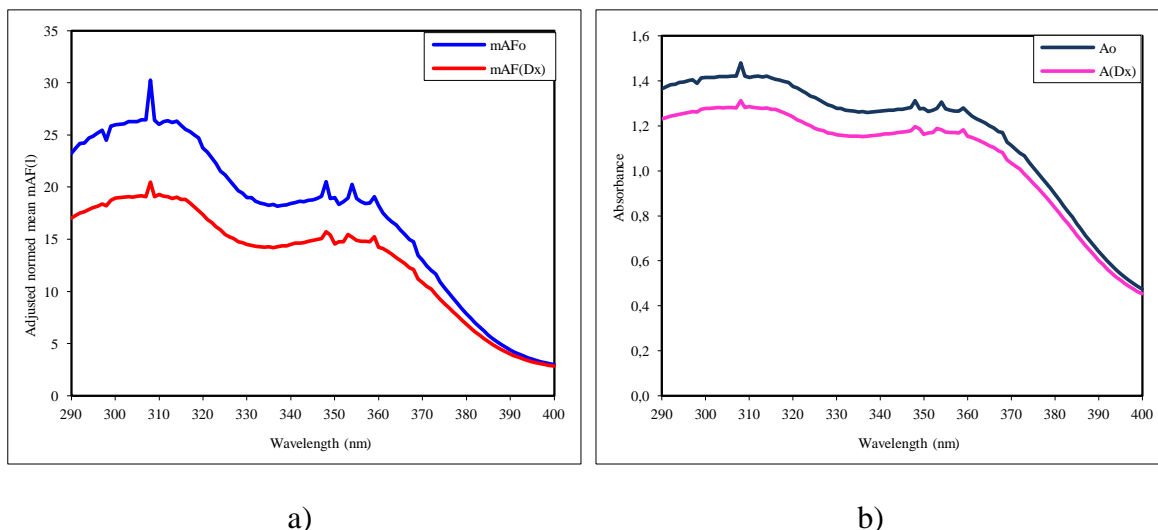
Výsledky měření tohoto přípravku byly také podrobeny srovnání s měřením za použití substrátů HD6 (viz Obr. 19).



Obr. 13. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 20/8 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

7.1.4 Přípravky s deklarovaným SPF 25

Jako přípravek s daným SPF 25 byl použit vzorek opalovacího krému Daylong ULTRA 25. Jeho formulace obsahovala pouze UV filtry chemické s působností v UVB i UVA oblasti, což je patrné i z Obr. 14. Absorpční maximum v UVB oblasti bylo při 310 nm a v UVA oblasti při 350 nm. Hodnoty absorbance klesaly při vlnové délce 370 nm. Dle průběhu křivky po UV expozici lze usuzovat na vyhovující fotostabilitu přípravku, avšak deklarovaná hodnota SPF nebyla dosažena.



Obr. 14. Charakterizace účinnosti přípravku Daylong ULTRA 25 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

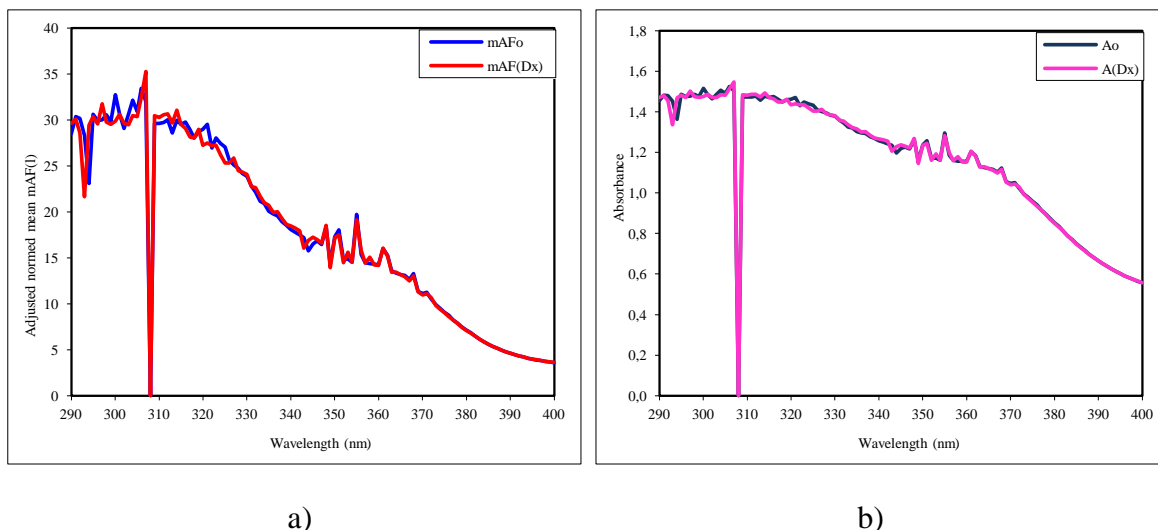
7.1.5 Přípravky s deklarovaným SPF 30

S označením SPF 30 byly testovány dva komerční přípravky. Přípravek SynCare SUN PROTECTION 30/15 obsahoval jak chemický, tak fyzikální filtr s působností v UVB i UVA oblasti. Dalším testovaným přípravkem byl Vichy CAPITAL SOLEIL 30, jehož formulace obsahovala také kombinaci chemických filtrů s fyzikálním. Výrobci u obou přípravků deklarovali ochranu v oblasti UVB i UVA.

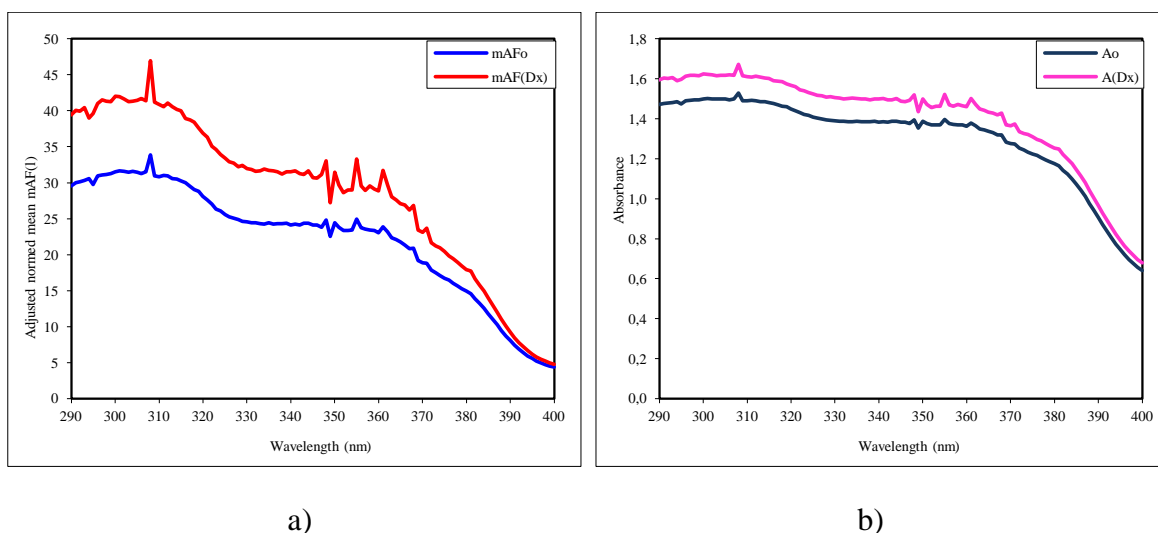
U SynCare SUN PROTECTION 30/15 byla zjištěna snížená fotostabilita přípravku po simulované sluneční expozici. Absorpčního maxima bylo dosaženo při vlnové délce cca 309 nm a dále při 320 nm. Jeho schopnost pohlcení UV paprsků výrazněji klesla při 370 nm. Hodnoty přípravku SynCare SUN PROTECTION 30/15 byly opět porovnány s hodnotami při měření na substrátu HD6 (viz Obr. 19).

Vichy CAPITAL SOLEIL 30 měl více konstantní pokrytí v obou oblastech a jeho schopnost pohlcovat UV záření klesla až při dosažení 380 nm. Po umělé UV expozici se vzorek přípravku choval nestabilně, pravděpodobně vlivem UV paprsků a teploty docházelo k degradaci některých složek použitých v receptuře.

Oba přípravky vyhovují kritériu dosažení deklarované hodnoty SPF před umělým ozářením.



Obr. 15. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 30/15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce



Obr. 16. Charakterizace účinnosti přípravku Vichy CAPITAL SOLEIL 30 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

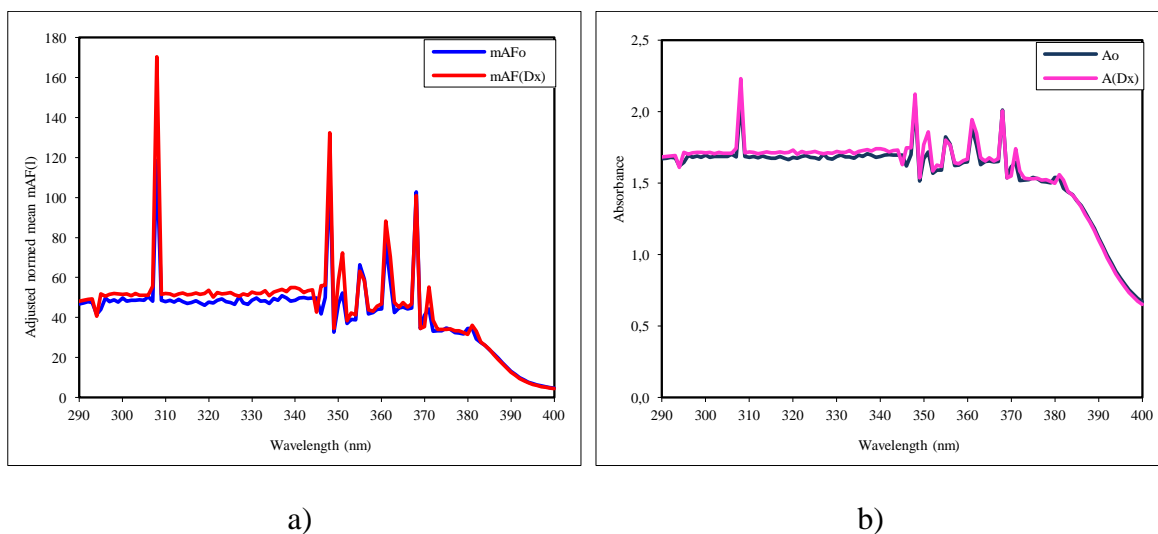
7.1.6 Přípravky s deklarovaným SPF 50

U přípravků proti slunění s deklarovaným SPF 50 byly testovány 2 komerční vzorky. Konkrétně byl vybrán PHOTODERM MAX 50+ od značky Bioderma a od SynCare ZINCI SUN 50+/16. V prvním případě přípravek obsahoval jen chemické UV filtry působící v UVB i UVA oblasti. Druhý komerční přípravek obsahoval jak filtry chemické, tak i fyzikální s působením v rozsahu UVB i UVA.

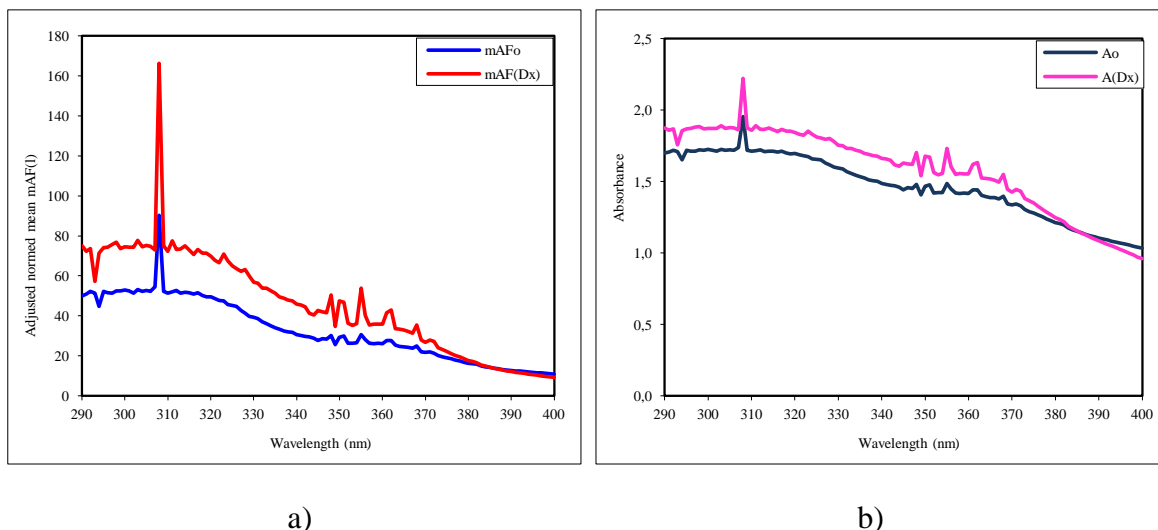
Na Obr. 17 lze vidět, že přípravek od Biodermy držel konstantní ochranu až do 380 nm. Po UV expozici vzorek přípravku vykazoval mírnou fotonestabilitu, trend křivky se výrazně nelišil.

U produktu SynCare je absorpční maximum dosažené v UVB oblasti a poté pozvolna klesá do 380 nm. Jak lze vidět na Obr. 18, u přípravku se také projevila fotonestabilita po simulovaném ozáření.

Srovnání substrátů představuje Obr. 19.



Obr. 17. Charakterizace účinnosti přípravku Bioderma PHOTODERM MAX 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

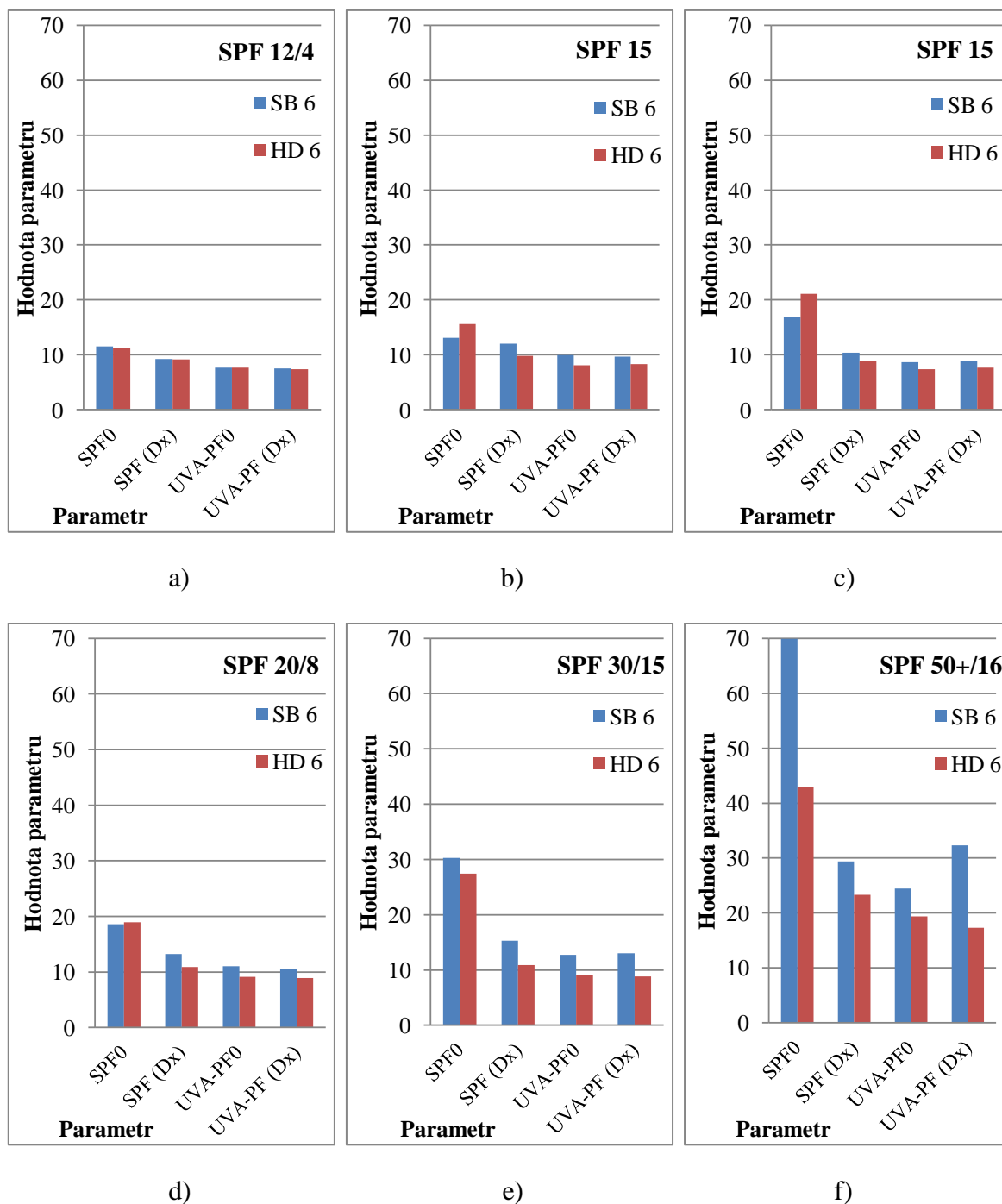


Obr. 18. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare ZINCI SUN 50+/16 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce

7.2 Srovnání účinnosti přípravků po aplikaci na různý typ substrátu

Jak bylo zmíněno v teoretické části, k testování kosmetických přípravků je k dispozici více variant substrátu, na který se nanáší zkoumaný vzorek. Z tohoto důvodu byla účinnost přípravků srovnávána po jejich aplikaci na substrát SB6 a HD6. Výsledky měření na substrátu HD6 použité v naší práci byly čerpány z práce Večeřové [64, s. 76], která se zabývala optimalizací metody stanovení SPF a UVA *in vitro*. Konkrétně se jednalo o vzorky A, B, C, D, F a CH.

Jak je patrné z Obr. 19, ve většině případů je hodnota zjišťovaných parametrů vyšší za použití substrátu SB6. To může být zapříčiněno zdrsňelou stranou desky, která tak umožňuje dokonalejší a rovnoměrnější zakotvení přípravku právě do profilových nerovností substrátu. Distribuce a zapracování přípravku do těchto nerovností bylo také ovlivněno formou daného přípravku, jak již bylo zmíněno v kapitole 7. Tekutější formy přípravků se lépe a snadněji roztíraly do zdrsňelého povrchu substrátu, než tomu bylo u polotuhých forem opalovacích přípravků. Také vlivem tepelného působení a UV záření v simulátoru bylo dosaženo vyšších parametrů u SB6 desek právě díky dokonalejšímu zatečení aplikovaného přípravku do nerovností této desky vytvořené technikou pískování.



Obr. 19. Srovnání výsledků měření na substrátu SB6 a HD6, a) SynCare SUN PROTECT 12/4, b) Astrid SAHARA 15, c) Avon SUN+, d) SynCare SUN PROTECT 20/8, e) SynCare SUN PROTECT 30/15, f) SynCare ZINCI SUN 50+/16

7.3 Účinnost vybraných přípravků zkoušených na voděodolnost

Pro zjištění míry voděodolnosti byly zvoleny 4 komerční přípravky s deklarovanými hodnotami SPF 50+. Jeden z nich měl od výrobce deklarovanou vysokou voděodolnost a to vzorek I (La Roche-Posay ANTHELIOS XL 50+). Ostatní byly deklarovány pouze jako

voděodolné. Tyto přípravky byly vybrány z řady na ochranu dětské pokožky. Jedná se o vzorky J–L (Bioderma PHOTODERM KID 50+, La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS 50+, Uriage BARIÉR SUN ENFANTS 50+).

Naměřené hodnoty pro zkoumané přípravky jsou uvedeny v Tab. 7. Důležitými parametry jsou zde hodnoty SPF před UV expozicí (SPF_0), po UV expozici ($SPF_{(Dx)}$), po definované koupeli (SPF_{WR}) a stejně tak hodnoty pro UVA-PF před UV expozicí ($UVA-PF_0$), po UV expozici ($UVA-PF_{(Dx)}$) a po definované koupeli ($UVA-PF_{WR}$) a také voděodolnost (WR).

V grafické podobě jsou znázorněny vždy křivky absorbancí před UV expozicí a po ní. Dále také křivky absorbancí před UV expozicí a absorbancí u vzorku, který byl podroben UV expozici i definované koupeli.

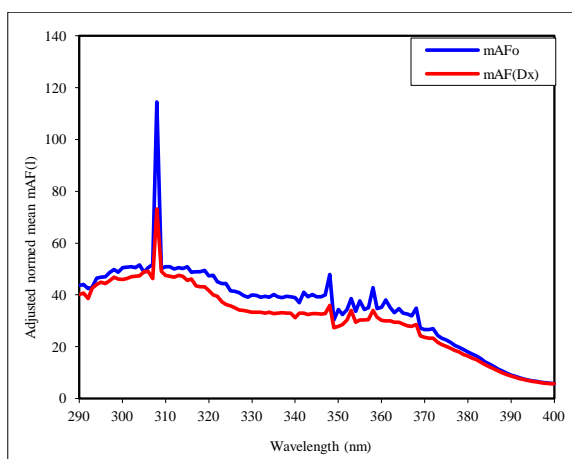
Tab. 7. Naměřené hodnoty u vzorků kosmetických přípravků s deklarovanou voděodolností

Kód	SPF ₀	SPF _(Dx)	SPF _{WR}	UVA-PF ₀	UVA-PF _(Dx)	UVA-PF _{WR}	WR [%]	λ_{C_0}	$\lambda_{C_{(Dx)}}$	λ_{WR}	CV [%]
I	47,07 ± 0,88	35,83 ± 0,22	23,30 ± 0,81	29,86 ± 0,18	26,44 ± 0,30	17,03 ± 0,44	48,50 ± 2,58	382,72 ± 0,15	382,75 ± 0,06	384,51 ± 0,08	0,00 ± 0,00
J	43,46 ± 0,82	47,75 ± 0,31	42,50 ± 2,14	39,78 ± 0,26	30,63 ± 0,49	26,14 ± 1,37	98,00 ± 6,78	384,76 ± 0,08	384,54 ± 0,04	384,41 ± 0,06	0,00 ± 0,00
K	47,03 ± 0,67	46,98 ± 0,58	39,43 ± 1,82	39,15 ± 0,49	35,27 ± 0,57	27,94 ± 0,87	83,41 ± 2,83	383,01 ± 0,19	382,97 ± 0,08	382,79 ± 0,29	0,00 ± 0,00
L	37,66 ± 1,98	40,17 ± 0,90	22,83 ± 2,34	33,47 ± 0,74	19,33 ± 1,13	12,63 ± 1,52	59,65 ± 5,78	383,09 ± 0,22	382,43 ± 0,26	383,09 ± 0,22	0,10 ± 0,03

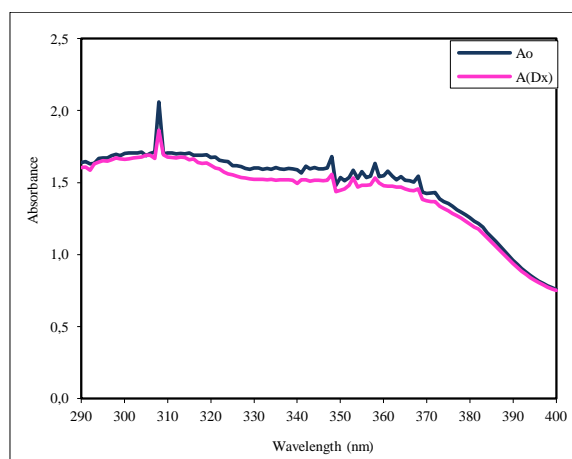
7.3.1 Přípravky deklarované jako vysoce voděodolné

Zkoumaným přípravkem na vysokou voděodolnost byl La Roche-Posay ANTHELIOS XL 50+ určený pro dospělé. Tento produkt obsahoval chemické filtry i fyzikální. K zajištění voděodolnosti obsahoval ammonium acryloyldimethyl taurate/stearate-8 methacrylate kopolymer a ammonium polyacryldimethyltauramide/ammonium polyacryloyldimethyl taurate.

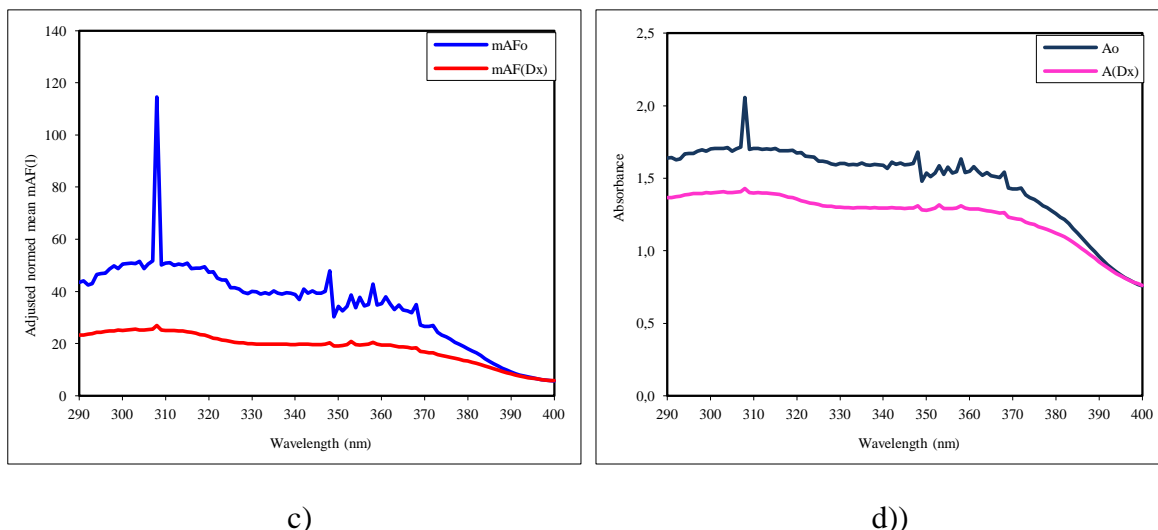
Absorpční maximum v UVB oblasti bylo při 307 nm a v UVA oblasti při 320 nm. Schopnost absorbovat UV záření klesla při 370 nm. Průběh křivky po UV expozici je nepatrně nižší, což vypovídá o vyhovující fotostabilitě přípravku (Obr. 20 a, b). Po simulované koupeli (Obr. 20 c, d) došlo k poklesu účinnosti přípravku chránit před UV expozicí, jak je také vidět na Obr. 21.



a)

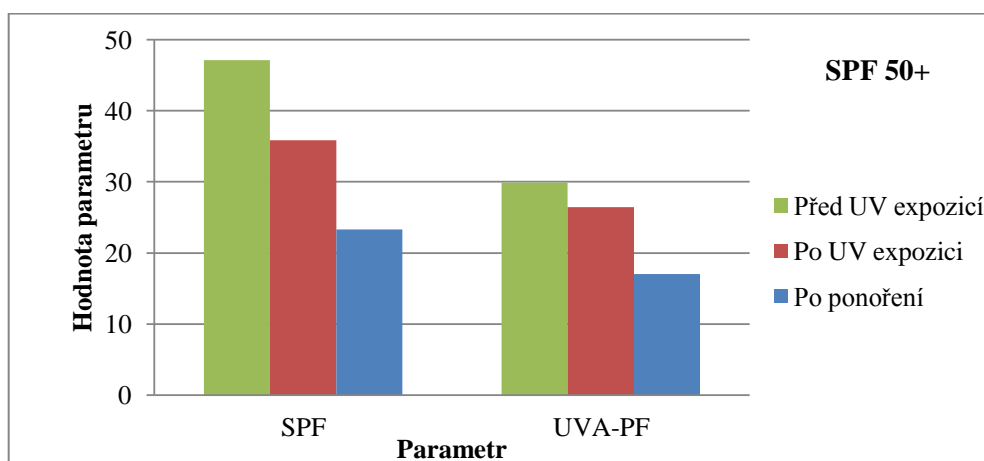


b)



Obr. 20. Charakterizace účinnosti přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS XL 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření

Na Obr. 21 je znázorněno porovnání SPF a UVA-PF v závislosti na UV expozici a vystavení vzorku koupeli. Hodnota voděodolnosti vypočítaná podle rovnice (3) dosáhla 48,50 %. Podle [61, s. 6] by hodnoty SPF u velmi voděodolných přípravků neměly klesnout pod 50 %, z čehož vyplývá nesplnění tohoto kritéria u testovaného produktu.

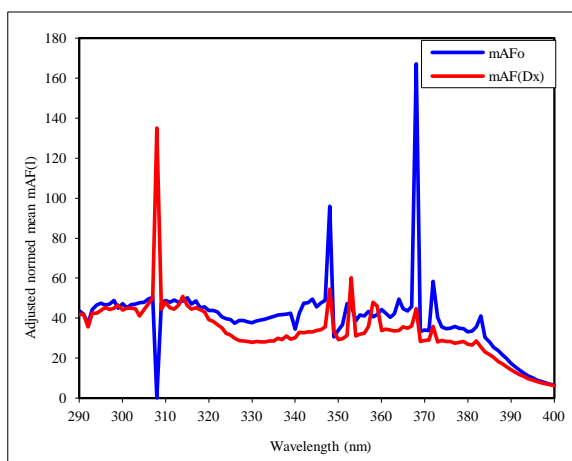


Obr. 21. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření

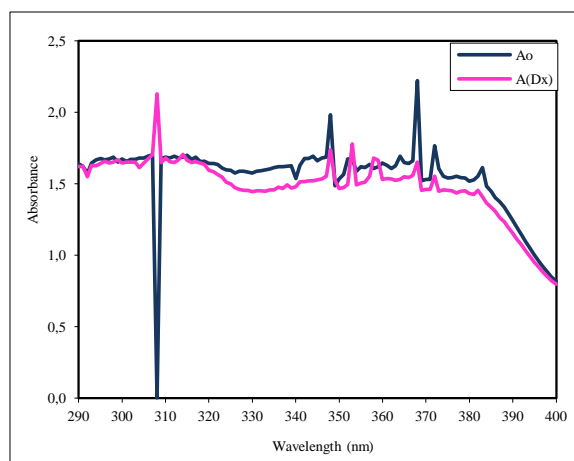
7.3.2 Přípravky deklarované jako voděodolné

Prvním zkoumaným přípravkem byl PHOTODERM KID 50+ od firmy Bioderma, který obsahoval pouze chemické UV filtry. Jeho ingrediencí pro zaručení voděodolnosti byl hydroxyethyl acrylate/sodium acryolydimethyl taurate copolymer.

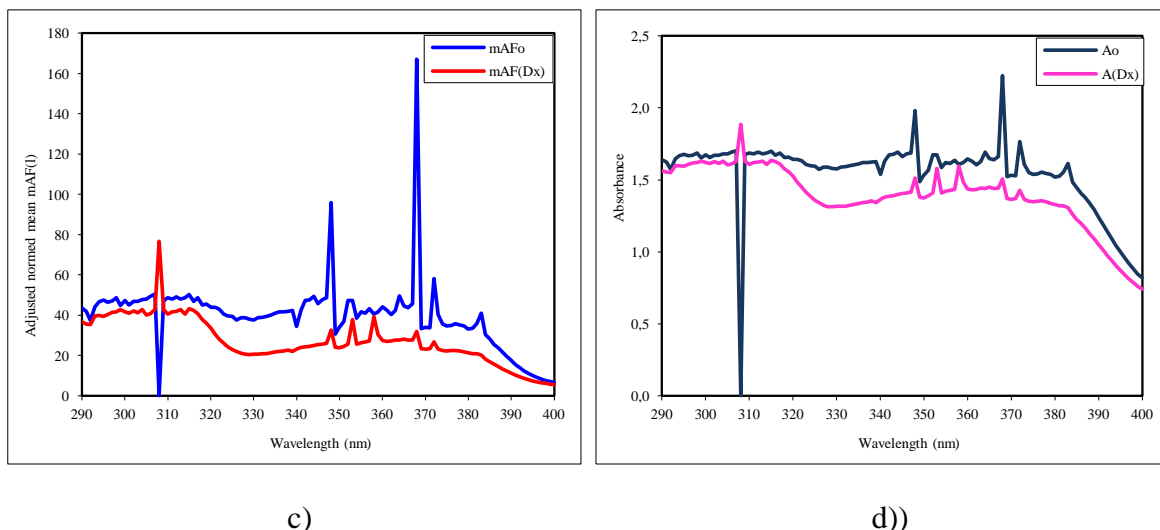
Na Obr. 22 lze vidět, že přípravek od Biodermy vykazoval konstantní absorbanci až do 380 nm. I po UV expozici se hodnoty absorbance výrazně nelišily a stejně tak tomu bylo po podrobení vzorku koupeli. Obdobný trend křivky vykazoval i vzorek téže firmy používaný pro dospělé, u kterého bylo stanovováno SPF a UVA-PF (kapitola 7.1.6, Obr. 17). Výrobek tedy disponuje výbornými parametry jak pro UV ochranu nejen při slunění, tak i při koupacích aktivitách.



a)

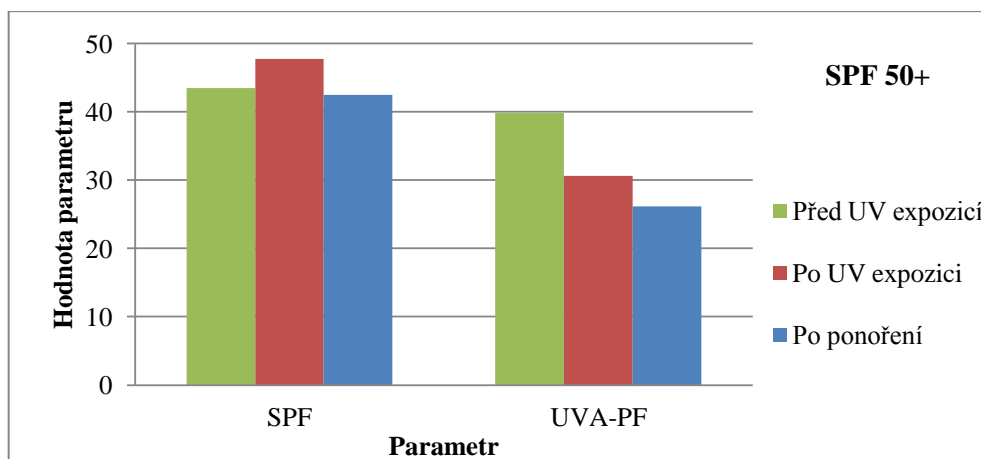


b)



Obr. 22. Charakterizace účinnosti přípravku Bioderma PHOTODERM KID 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření

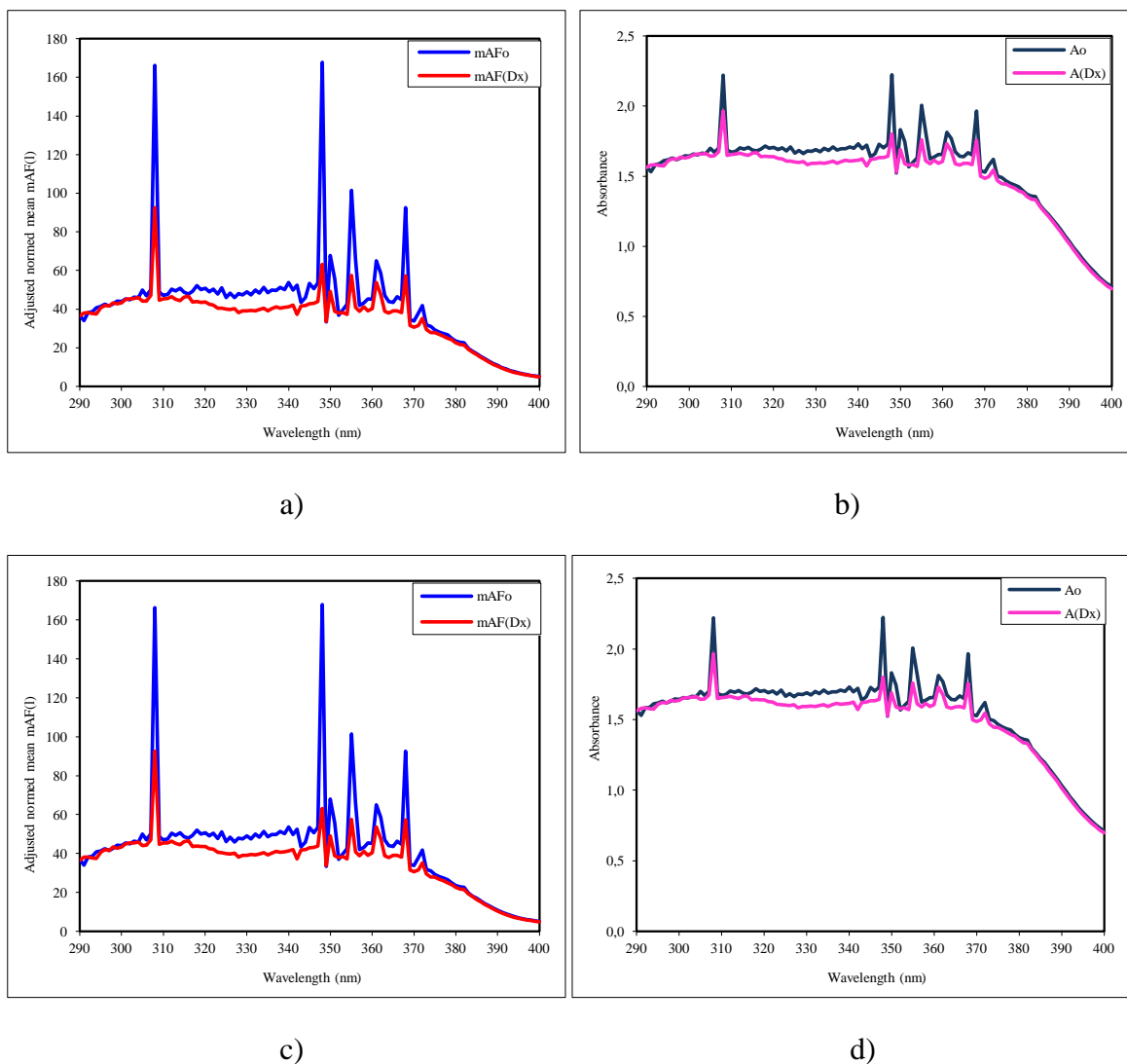
U přípravku PHOTODERM KID 50+ hodnota voděodolnosti dosáhla 98,00 %. Grafické znázornění snížení hodnot SPF a UVA-PF po UV expozici a následné koupeli přípravku je uvedeno na Obr. 23.



Obr. 23. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u PHOTODERM KID 50+

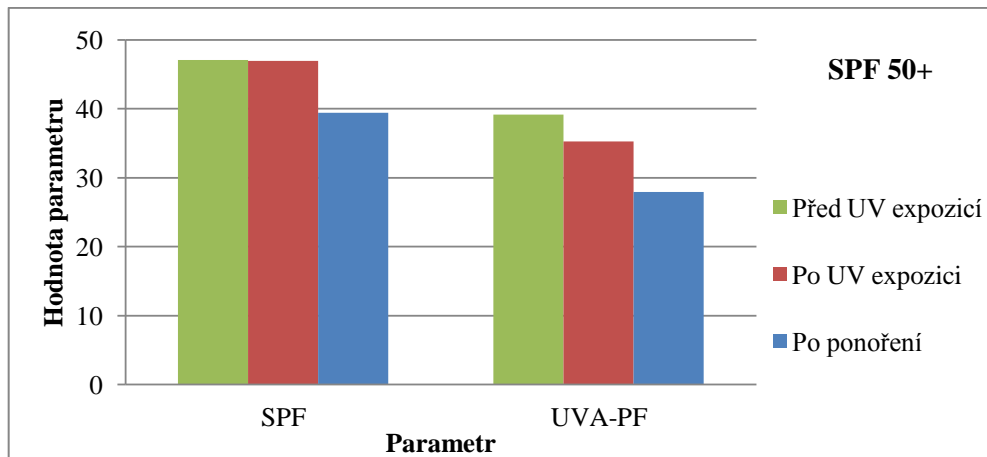
Dalším přípravkem byl vybrán ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS 50+ od firmy La Roche-Posay. Obsahoval chemické i fyzikální UV filtry. Z látek zajišťující jeho voděodolnost to byl ammonium polyacryldimethyltauramide/ammonium polyacryloyldimethyltauramide.

Přípravek absorboval UV záření v UVB i UVA oblasti. Hodnoty absorpance klesly až při vlnové délce 380 nm. Křivka po UV ozáření (Obr. 24 a, b) je pouze nepatrně nižší, z čehož lze usuzovat na fotostabilní vlastnosti přípravku. Schopnost odolnosti vůči vodě je také na dobré úrovni, jak je vidět na Obr. 24 c, d.



Obr. 24. Charakterizace účinnosti přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorpance na vlnové délce, b) závislost absorpance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorpance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorpance na vlnové délce po ponoření

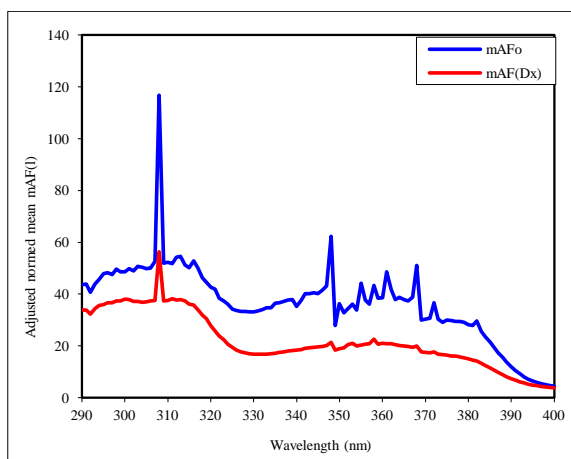
U ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS 50+ se míra voděodolnosti po UV expozici a simulované koupeli snížily na 83,41 % (Obr. 25).



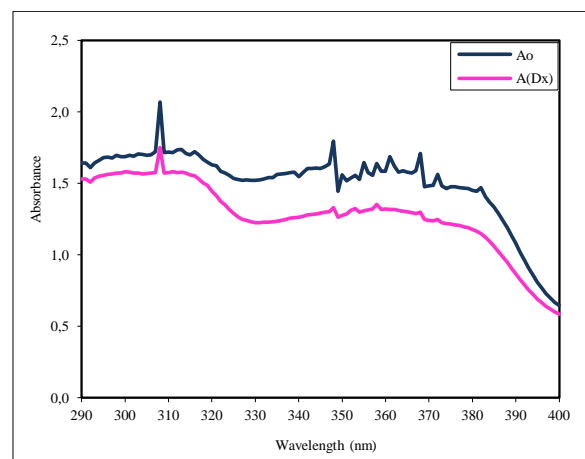
Obr. 25. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS 50+

Posledním produktem zkoumaným na voděodolnost byl od firmy Uriage BARIÉR SUN ENFANTS 50+. Ochrana proti UV záření byla zajištěna pouze obsahem chemických filtrů.

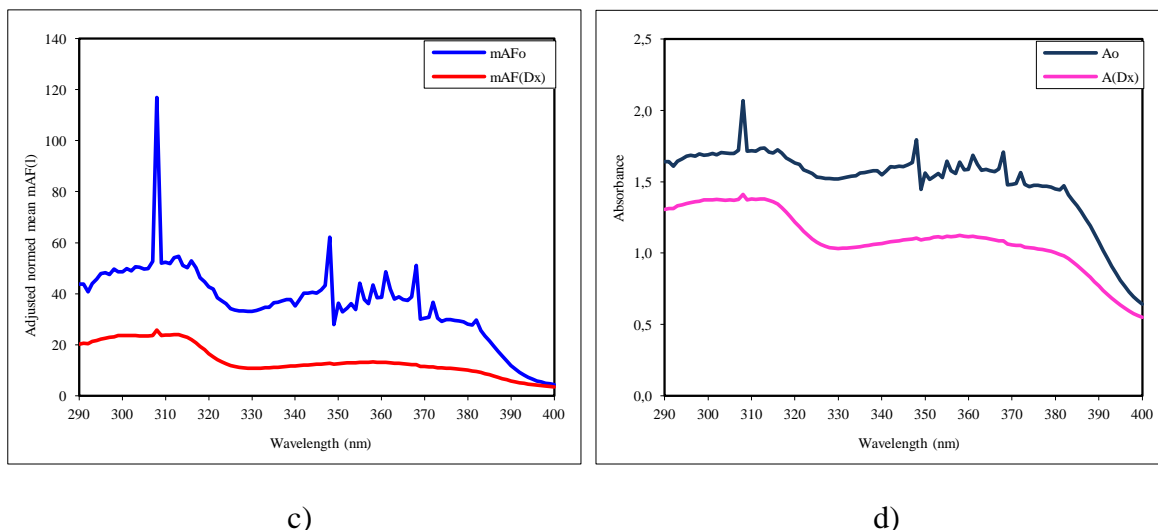
Svého absorpčního maxima dosáhl tento přípravek při 311 nm v UVB oblasti a při 350 nm v UVA oblasti. Po umělé UV expozici (Obr. 26 a, b) došlo k mírnému poklesu ochrany před zářením. Razantně se však snížila schopnost ochrany přípravku po simulované koupe-li, jak je patrné z Obr. 26 c, d.



a)

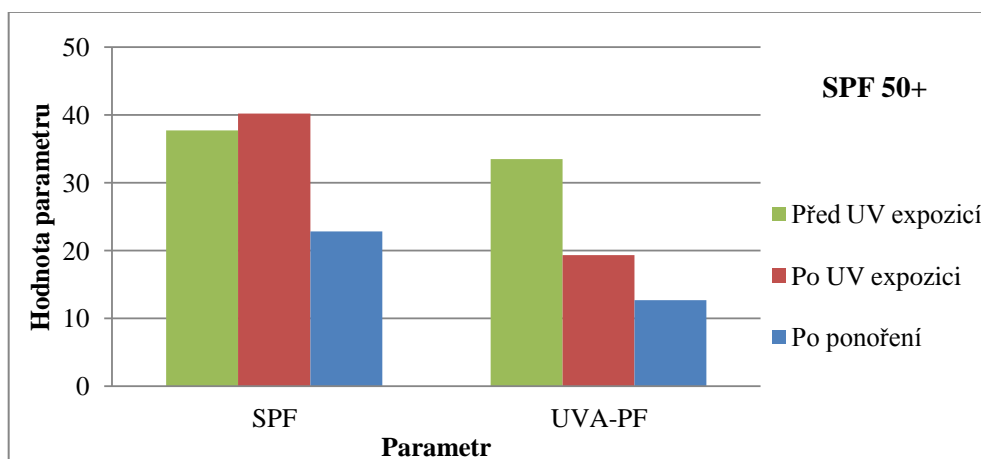


b)



Obr. 26. Charakterizace účinnosti přípravku Uriage BARIÉR SUN ENFANTS 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření

Míra voděodolnosti byla u tohoto přípravku stanovena podle rovnice (3) na 59,65 %, což je vyhovující hodnota.



Obr. 27. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u BARIÉR SUN ENFANTS 50+

Hodnoty voděodolnosti by neměly být sníženy pod 50 % po simulované koupeli. Toto kritérium všechny přípravky splňují, ačkoliv produkt od firmy Uriage nedosahoval deklarovaných hodnot SPF před ozářením. To však mohlo být zapříčiněno nedokonalou distribucí vzorku na substrátu, jelikož jeho roztírání způsobovalo značné problémy.

ZÁVĚR

V první části rešerše byly charakterizovány složky slunečního záření pro lepší pochopení interakcí sluneční radiace s kůží. Dále byly popsány optické vlastnosti kůže. Podrobněji byly uvedeny kožní změny po UV expozici. Možnosti fotoprotekce byly zmíněny s důrazem na kosmetické přípravky určené k ochraně před slunečním zářením. Přehled UV filtrů, které je v současné době dovolené používat dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 o kosmetických přípravcích, uvádí další kapitola. Objasněn byl nejdůležitější parametr kosmetických přípravků na opalování, kterým je SPF včetně metod pro jeho stanovení. V závěru teoretické části bylo uvedeno správné používání opalovacích přípravků, možné nežádoucí účinky v důsledku používání přípravků ke slunění a stručně byla zmíněna péče o kůži po opalování.

Cílem práce bylo stanovit rozdíly před a po expozici UV zářením u vybraných kosmetických přípravků metodou *in vitro* za použití substrátu SB6 a také následné srovnání výsledků měření s použitím substrátu HD6. Dalším úkolem bylo stanovení rozdílů před a po expozici UV zářením při zatížení vzorků na zkoušky jejich deklarované voděodolnosti.

Hodnoceno bylo celkem 13 komerčních přípravků, jejichž výběr vycházel ze záměru otestovat co nejširší škálu SPF deklarovaného výrobcí. U 6 z nich byly výsledky měření srovnány s výsledky měření za použití HD6 substrátu a u 4 byly provedeny zkoušky na voděodolnost. Každý vzorek přípravku měl svá specifika při roztírání na substrátu v závislosti na obsahu zejména fyzikálních blokátorů, množství vody a celkové konzistenci přípravku.

Nejvíce zastoupené UV filtry byly ze skupiny triazinů, dibenzoylmethanů a cinnamátů. Fyzikální filtr oxid titaničitý byl obsažen u 7 produktů, z čehož se jeho nano forma objevila u 2 testovaných přípravků. Dále ve složení přípravků byly zahrnuty filtry z řady benzimidazolů, salicylátů, organických nerozpustných pigmentů a benzofenonů. V jedné formulaci byl zastoupen derivát kafru. Pigment oxid zinečnatý byl obsažen také v jednom produktu, který ho měl uveden přímo v názvu.

Hodnoty SPF, které deklarovali výrobci, byly naměřeny pouze u 4 produktů. Kritérium splnil přípravek Avon SUN+ (SPF 15), SynCare SUN PROTECT (SPF/UVA 30/15), dalším vyhovujícím přípravkem byl přípravek od Vichy CAPITAL SOLEIL (SPF 30) a emulze SynCare ZINCI SUN (SPF 50+/16). Ostatní ochranné opalovací přípravky nedosáhly deklarovaných hodnot SPF. Nesplnění ověřovaných parametrů mohlo být způsobeno nedokonalým rozetřením vzorku nebo neoptimálně formulovanou recepturou přípravků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Rai R, Srinivas CR. *Photoprotection*. Indian J Dermatol Venereol Leprol 2007;73:73-79
- [2] MALINA, Lubor. *Fotodermatózy*. Praha: Maxdorf, c1999, 205 s., vi s. barev. obr. příl. ISBN 80-85912-21-X.
- [3] ETTLER, Karel. *Fotoprotekce kůže: ochrana kůže před účinky ultrafialového záření*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2004, 133 s. ISBN 80-725-4463-2.
- [4] JIRÁSKOVÁ, Milena a Lubomír JIRÁSEK. Perspektiva, výhody a rizika zimního opalování. *SVĚTLO: účinky a užití optického záření* [online]. 2009, č. 6, 62-64 s. [cit. 2015-10-28]
- [5] 2006/647/ES. *Doporučení komise: o účinnosti prostředků na ochranu proti slunečnímu záření a o uváděných tvrzeních, která s nimi souvisí*. Brusel, 2006.
- [6] HAUERLANDOVÁ, Iva. UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ. *UV filtry v kosmetice*. Zlín, 2015.
- [7] OSTROV, Ricki. *Péče o pleť*. Vyd. 1. Praha: Euromedia Group - Knižní klub, 2000, 112 s. Pro zdraví a krásu. ISBN 80-242-0250-6.
- [8] RIGEL, Darrell S, Robert A WEISS, Henry W LIM a Jeffrey S DOVER. *Photoaging*. New York: Marcel Dekker, c2004. ISBN 08-247-5450-6.
- [9] ČSN EN ISO 24442. *Kosmetika – Metody zkoušení ochranného slunečního faktoru – Stanovení ochranného slunečního faktoru UVA in vivo*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Třídící znak 68 1507.
- [10] JIRÁSKOVÁ, Milena. *Dermatovenerologie pro stomatologii: učebnice pro lékařské fakulty*. 1. vyd. Brno: Professional Publishing, 2001, 268 s., [16] s. barev. obr. příl. ISBN 80-864-1907-X.
- [11] *Global solar UV index: a practical guide* [online]. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2002 [cit. 2015-11-27]. ISBN 9241590076. Dostupné z: <http://www.who.int/iris/handle/10665/42459>
- [12] DOWNING, Damien a Jean CELLE. *Slunce: Zdroj života a zdraví*. 1. Bratislava: Eugenika, 2005. ISBN 80-89115-84-5.
- [13] KMENTOVÁ, Jitka. *Solária, ano či ne!*. Jihlava, 2011. Bakalářská práce. Vysoká škola polytechnická Jihlava. Vedoucí práce Mgr. Jana Marešová.

- [14] ETTLER, Karel. *Dermatologie pro praxi: Tanorexie a solária*. 2010, **2010**(4), 86-89.
- [15] Evaluaiton of the Ethnic Skin Patient Presenting for Cosmetic Procedures. KUNDU, Roopal V. a Rebat M. HALDER. *Cosmetic dermatology for skin of color*. New York: McGraw-Hill Medical, 2009, s. 12-15. ISBN 9780071641234.
- [16] Ethnic skin and pigmentation. DRAELOS, Zoe Diana. *Cosmetics and dermatological problems and solutions: a problem based approach*. 3rd ed. New York: Informa Healthcare, c2011, s. 52. ISBN 978-1-84184-740-5.
- [17] AGACHE, Pierre a Philippe HUMBERT. *Measuring the skin*. Berlín: Springer, 2004. ISBN 3-540-01771-2.
- [18] ROSTOVÁ, Jana, Lenka BORSKÁ, Zdeněk FIALA a Jan KREJSEK. VOJENSKÉ ZDRAVOTNICKÉ LISTY. *Chronický účinek ultrafialového záření na organismus*. 2006, **75**(3-4).
- [19] GUIDELINES/OUTCOMES COMMITTEE a TASK FORCE. Guidelines of care for photoaging/photodamage. *Journal of the American Academy of Dermatology* [online]. 1996, **35**(3), 462-464 [cit. 2016-03-13]. DOI: 10.1016/S0190-9622(96)90626-X. ISSN 01909622. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019096229690626X>
- [20] KRAJSOVÁ, Ivana. KOŽNÍ KLINIKA VFN A 1. LF UK. *Poruchy pigmentace kůže*. Dostupné z: [https://www.slek.sk/65bea1168be6e654c1257ba500509ba0/\\$FILE/Pigmentace%20k%C5%AF%C5%BEe.pdf](https://www.slek.sk/65bea1168be6e654c1257ba500509ba0/$FILE/Pigmentace%20k%C5%AF%C5%BEe.pdf)
- [21] LIM, Henry W, Herbert HÖNIGSMANN a John L M HAWK. *Photodermatology*. New York: Informa Healthcare USA, c2007. ISBN 08-493-7496-0.
- [22] PAVLÍKOVÁ, Lenka. *Kůže a její ochrana před vlivem slunečního záření*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Prof. MUDr. Ale-na Pospíšilová, CSs.
- [23] PERÉZ SICOURET, Eva. FN V MOTOLE. *Praktické lékařství: Efektivní fotoprotekce*. 2012, **8**(4), 187-189.
- [24] GONZÁLEZ, Salvador, Manuel FERNÁNDEZ-LORENTE a Yolanda GILABERTE-CALZADA. The latest on skin photoprotection. *Clinics in Dermatology* [online]. 2008, **26**(6), 614-626 [cit. 2016-03-13]. DOI:

- 10.1016/j.clindermatol.2007.09.010. ISSN 0738081x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0738081X07001940>
- [25] Photoaging. BAUMANN, Leslie. *Cosmetic dermatology and medicine: principles and practice*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2009, s. 34-40. ISBN 9780071641289.
- [26] WULF, Hans Christian, Jane SANDBY-MØLLER, Takasi KOBAYASI a Robert GNIADDECKI. Skin aging and natural photoprotection. *Micron*. 2004, **35**(3), 185-191. DOI: 10.1016/j.micron.2003.11.005. ISSN 09684328. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968432803001896>
- [27] Thermal aging: A new concept of skin aging. *Journal of Dermatological Science Supplement*. 2006, **2**(1), S13-S22. DOI: 10.1016/j.descs.2006.08.002. ISSN 15740757. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1574075706000039>
- [28] ZUSSMAN, Jamie, Jennifer AHDOUT a Jenny KIM. Vitamins and photoaging: Do scientific data support their use? *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2010, **63**(3), 507-525. DOI: 10.1016/j.jaad.2009.07.037. ISSN 01909622. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0190962209009591>
- [29] POLEFKA, Thomas G, Thomas A MEYER, Patricia P AGIN a Robert J BIANCHINI. Effects of Solar Radiation on the Skin. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2012, č. 11, 134-143s.
- [30] GOLDBERG, David J. *Photodamaged skin*. New York: Marcel Dekker, c2004. ISBN 978-082-4756-772.
- [31] *Nemocniční zpravodaj: Sluneční záření nemusí být vždy příznivé*. Nový Jičín, 2010, **1**(6).
- [32] Fifty Major Disorders and Their Management. WILES, Michael R, Jonathan WILLIAMS a Kashif A AHMAD. *Essentials of Dermatology for Chiropractors*. Sudbury, Mass: Jones and Bartlett Publishers, 2011, s. 79-80. ISBN 9780763761578.
- [33] Methyl Aminolevulinate in Skin Cancers. GOLD, Michael H. *Photodynamic therapy in dermatology*. New York: Springer, 2011, s. 77. ISBN 1441912983.
- [34] *Vademecum zdraví: Průvodce světem zdraví, duševní pohody a správného životního stylu*. Praha: Granit, 2008, **4**(zima 2008). ISSN 1802-3959.

- [35] KRAJSOVÁ, Ivana. *Je opalování nebezpečné?: Jsou pihy nebezpečné?*. 2. Praha: Maxdorf, 1993, 57 s., 10 barev. fotogr. na příl. Medica. ISBN 80-85800-03-9.
- [36] SACHDEVA, Silonie. Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology* [online]. 2009, **75**(1): 93- [cit. 2015-12-05]. DOI: 10.4103/0378-6323.45238. ISSN 03786323. Dostupné z: <http://www.ijdv1.com/text.asp?2009/75/1/93/45238>
- [37] KOVÁCS, Heike a Monika PREUK. *Zdravá a krásná pleť*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 1999, 158 s. ISBN 8071768782.
- [38] LAUTENSCHLAGER, Stephan, Hans Christian WULF a Mark R PITTELKOW. Photoprotection. *Lancet*. 2007, (370), 528-537. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60638-2. ISBN 10.1016/S0140-6736(07)60638-2. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673607606382>
- [39] ETTLER, Karel. *Prostředky k ochraně kůže před UV zářením*. Praktické lékařství, 2009, **5**(3), 135-138.
- [40] MORABITO, K, N C SHAPLEY, K G STEELEY a A TRIPATHI. Review of sunscreen and the emergence of non-conventional absorbers and their applications in ultraviolet protection. *International Journal of Cosmetic Science* [online]. 2011, **33**(5), 385-390 [cit. 2016-03-31]. DOI: 10.1111/j.1468-2494.2011.00654.x. ISSN 01425463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1468-2494.2011.00654.x>
- [41] DAYAN, Nava. *Skin aging handbook: an integrated approach to biochemistry and product development*. Norwich, NY: William Andrew, c2008. ISBN 08-155-1584-7.
- [42] KOCKLER, Jutta, Michael OELGEMÖLLER, Sherryl ROBERTSON a Beverley D GLASS. Photostability of sunscreens. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews* [online]. 2012, **13**(1), 91-110 [cit. 2016-03-28]. DOI: 10.1016/j.jphotochemrev.2011.12.001. ISSN 13895567. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1389556711001043>
- [43] *European Commission: Be sun-smart this summer* [online]. Brusel, 2009 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/consumers/archive/citizen/my_holidays/sunscreens_en.htm
- [44] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, 2009.

- Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:cs:PDF>
- [45] UNIVERZITA TOMĚÁŠE BATI VE ZLÍNĚ. *Analýza tuků a kosmetických přípravků*. Zlín. Dostupné také z: <http://kosmetika.ft.utb.cz/Services/Downloader.ashx?id=387&disposition=inline>
- [46] *SynCare: Opalování, Sun Protection Factor (SPF), fototyp kůže a opalovací prostředky* [online]. Brno, 2011 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <https://www.syncare.cz/poradna/opalovani-mereni-spf-fototyp-kuze>
- [47] KLIMOVÁ, Zuzana, Jarmila HOJEROVÁ a Silvia PAŽOUREKOVÁ. Current problems in the use of organic UV filters to protect skin from excessive sun exposure. *Acta Chimica Slovaca*. Bratislava: Slovak University of Technology, 2013, **6**(1), 82-88. DOI: 10.2478/acs-2013-0014. ISBN 10.2478/acs-2013-0014. Dostupné také z: <http://www.degruyter.com/view/j/acs.2013.6.issue-1/acs-2013-0014/acs-2013-0014.xml>
- [48] MILETÍN, Miroslav. Prostředky na ochranu pokožky proti škodlivým vlivům UV záření. *Praktické lékárenství*. 2011, **7**(1), 34-38.
- [49] WOLF, Ronni, Danny WOLF, Pierfrancesco MORGANTI a Vincenzo RUOCCO. Sunscreens. *Clinics in Dermatology*. 2001, **19**, 452-459.
- [50] Sunscreens. *Harry's Cosmeticology, Volumes I-II (8th Edition)*. 8th ed. S.I.: Chemical Pub. Co, 2000, s. 415-431. ISBN 9780820600024.
- [51] FOURTANIER, A, D MOYAL a S SEITE. UVA filters in sun-protection products: regulatory and biological aspects. *Photochem. Photobiol. Sci* [online]. 2012, **11**(1), 81-89 [cit. 2016-03-28]. DOI: 10.1039/C1PP05152K. ISSN 1474-905x. Dostupné z: <http://xlink.rsc.org/?DOI=C1PP05152K>
- [52] BAREL, André O, Marc PAYE a Howard I MAIBACH. *Handbook of cosmetic science and technology*. 3rd ed. New York: Informa Healthcare, c2009. ISBN 14-200-6963-2.
- [53] KREJČÍ, Jiří. UNIVERZITA TOMĚÁŠE BATI VE ZLÍNĚ. *Kosmetika a kosmetologie*. Zlín. Dostupné z: <http://kosmetika.ft.utb.cz/Services/Downloader.ashx?id=520&disposition=inline>
- [54] Brian. Sunscreen isn't enough. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2001, **64**(2-3), 105-108. DOI: 10.1016/S1011-1344(01)00195-6. ISSN

10111344. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1011134401001956>
- [55] The European Commission Recommendation on the Efficacy of Sunscreen Products. *Cosmetic Europe* [online]. [cit. 2015-12-06]. Dostupné z: <https://www.cosmeticseurope.eu/component/content/article/77.html>
- [56] LIM, Henry W a Zoe Diana DRAELOS. *Clinical guide to sunscreens and photo-protection*. New York: Informa Healthcare, c2009. Basic and clinical dermatology, 43. ISBN 14-200-8084-9.
- [57] *Sun Protection Guideline: In vitro sun protection evaluation* [online]. In: HELIOSCREEN. s. 1-12 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://en.helioscreen.fr/SUN_PROTECTION_GUIDELINE_v3.pdf
- [58] BENDO VÁ, Hana a Marie RÁDKOVÁ. STÁT NÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. *Výsledky stanovení SPF a UVA-PF*. Praha, 2010.
- [59] ČSN EN ISO 24443. *Stanovení ochranného slunečního faktoru UVA in vitro*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Třídící znak 68 1508.
- [60] PISSAVINI, M, V ALARD, U HEINRICH, et al. In vitro assessment of water resistance of sun care products: a reproducible and optimized in vitro test method. *International Journal of Cosmetic Science* [online]. 2007, **29**(6), 451-460 [cit. 2016-03-31]. DOI: 10.1111/j.1468-2494.2007.00407.x. ISSN 0142-5463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1468-2494.2007.00407.x>
- [61] *Guidelines for Evaluating Sun Product Water Resistance* [online]. In: . Brusel: Cosmetics Europe - The Personal Care Association, 2005, s. 1-13. Dostupné z: <https://cosmeticseurope.eu/publications-cosmetics-europe-association/guidelines.html?view=item&id=18>
- [62] COUTEAU, C., H. DIARRA a L. COIFFARD. Effect of the product type, of the amount of applied sunscreen product and the level of protection in the UVB range on the level of protection achieved in the UVA range. *International Journal of Pharmaceutics* [online]. 2016, **500**(1-2), 210-216 [cit. 2016-03-25]. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2016.01.041. ISSN 03785173. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378517316300412>

- [63] OBSTOVÁ, Iva. Péče o kůži po opalování. *Dermatologie pro praxi*. Praha, 2011, 5(2), 79-80.
- [64] VEČEŘOVÁ, Vendula. *Optimalizace metody stanovení SPF a UVA in vitro*. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Pavlína Egner Ph.D.
- [65] Rozhodnutí Komise ze dne 8. května 1996, kterým se stanoví soupis a společná nomenklatura přísad používaných v kosmetických prostředcích. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, 1996. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996D0335&from=EN>
- [66] CosIng. *European Commission: GROWTH* [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/index.cfm?fuseaction=search.simple>
- [67] *SpecialChem* [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://cosmetics.specialchem.com/>
- [68] JIRÁSKOVÁ, Milena a Lubor JIRÁSEK. Důvody poškozování organismů slunečním zářením a nezbytnost fotoprotekce. *Medicína pro praxi* [online]. 2010, 7(6 a 7), 287-292 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/06/10.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$\lambda_{C(Dx)}$	Kritická vlnová délka po expozicích UV zářením
λ_{C_0}	Kritická vlnová délka před expozicí UV zářením
$A_0(\lambda)$	Průměrná monochromatická absorbance vrstvy testovaného vzorku před UV ozářením
C	Korelační koeficient
COLIPA	Evropské sdružení výrobců kosmetiky, parfumerie a toaletních potřeb
CV	Koeficient nerovnoměrného nanesení
DNA	Deoxyribonuklevá kyselina
DPD	Pozdní pigmentační tmavnutí
d λ	Vlnová délka po 1 nm
E(λ)	Účinky spektrálního pásma pro vznik erytému
FDA	Food and Drug Administration
HD6	Lisovaná deska
I(λ)	Spektrální záření ze zdroje
INCI	Mezinárodní názvosloví kosmetických ingrediencí
IPD	Okamžité pigmentační tmavnutí
IR	Infračervené
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
MED	Minimální erytémová dávka
P(λ)	Účinky spektrálního pásma pro vznik PPD
p.a.	Čistota chemikálií
PABA	Kyselina 4-aminobenzoová
PMMA	Polymethylmethakrylát
PPD	Přetrvávající pigmentační tmavnutí

RNA	Ribonukleová kyseliny
SB6	Lisovaná deska s pískovaným povrchem
SC	Rohová vrstva kůže
SPF	Ochranný sluneční faktor
SPF _(Dx)	Ochranný sluneční faktor po expozici UV zářením
SPF ₀	Ochranný sluneční faktor před expozicí UV zářením
SPF _{t₀}	Počáteční SPF
SPF _{t_n}	SPF po n minutě ponoření
UPF	Ultrafialový ochranný faktor
UV	Ultrafialové
UVA	Dlouhovlnné ultrafialové záření
UVA-PF _(Dx)	Faktor UVA sluneční ochrany po expozici UV zářením
UVA-PF ₀	Faktor UVA sluneční ochrany před expozicí UV zářením
UVB	Středovlnné ultrafialové záření
UVC	Krátkovlnné ultrafialové záření
VIS	Viditelné
WHO	Světová zdravotnická organizace
WR	Voděodolnost

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Sluneční spektrum UV, VIS a IR oblasti [4, s. 62]</i>	12
<i>Obr. 2. Hloubka průniku záření do kůže závislá na vlnové délce [4, s. 63]</i>	16
<i>Obr. 3. Šíření a odraz světla v kůži [2, s. 18]</i>	18
<i>Obr. 4. a) vyvarujte se slunečnímu záření v době poledne, b) chraňte se oděvem, klobouk a brýle poskytují další ochranu, c) nevystavujte kojence a malé děti přímému slunci, d) aplikujte ochranné přípravky v dostatečném množství a opakovaně, e) přípravek poskytuje ochranu proti UVA v požadované výši [43]</i>	31
<i>Obr. 5. In vivo měření účinnosti opalovacích přípravků a) UV simulátor, b) reakce obvyklá, c) reakce při nesprávně zadaném SPF, d) přetrvávající pigmentace [58]</i>	40
<i>Obr. 6. Porovnání desek HD6 a SB6 a) 2D profil, b) 3D profil, c) znázornění horizontálního profilu [57]</i>	42
<i>Obr. 7. Testované přípravky a) SynCare SUN PROTECT, b) Astrid SAHARA, c) Avon SUN+, d) SynCare SUN PROTECT, e) Daylong ULTRA, f) SynCare SUN PROTECT, g) Vichy CAPITAL SOLEIL, h) Bioderma PHOTODERM MAX, ch) SynCare ZINCI SUN, i) La Roche-Posay ANTHELIOS XL, j) Bioderma PHOTODERM KID, k) La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS, l) Uriage BARIÉSUN ENFANT</i>	48
<i>Obr. 8. Spektrofotometr UV-VIS Cary 100</i>	54
<i>Obr. 9. Solární stimulátor SUNTEST CPS +</i>	54
<i>Obr. 10. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 12/4 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce</i>	63
<i>Obr. 11. Charakterizace účinnosti přípravku Astrid SAHARA 15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce</i>	64
<i>Obr. 12. Charakterizace účinnosti přípravku Avon SUN+ 15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce</i>	64
<i>Obr. 13. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 20/8 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce</i>	65

- Obr. 14. Charakterizace účinnosti přípravku Daylong ULTRA 25 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce..... 66
- Obr. 15. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare SUN PROTECT 30/15 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce..... 67
- Obr. 16. Charakterizace účinnosti přípravku Vichy CAPITAL SOLEIL 30 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce..... 67
- Obr. 17. Charakterizace účinnosti přípravku Bioderma PHOTODERM MAX 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce..... 68
- Obr. 18. Charakterizace účinnosti přípravku SynCare ZINCI SUN 50+/16 a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce..... 69
- Obr. 19. Srovnání výsledků měření na substrátu SB6 a HD6, a) SynCare SUN PROTECT 12/4, b) Astrid SAHARA 15, c) Avon SUN+, d) SynCare SUN PROTECT 20/8, e) SynCare SUN PROTECT 30/15, f) SynCare ZINCI SUN 50+/16 70
- Obr. 20. Charakterizace účinnosti přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS XL 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření..... 74
- Obr. 21. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření..... 74
- Obr. 22. Charakterizace účinnosti přípravku Bioderma PHOTODERM KID 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření..... 76
- Obr. 23. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u PHOTODERM KID 50+ 76

- Obr. 24. Charakterizace účinnosti přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS Dermo-Pediatrics 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření 77
- Obr. 25. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u ANTHELIOS Dermo-Pediatrics 50+ 78
- Obr. 26. Charakterizace účinnosti přípravku Uriage Bariér Sun Enfants 50+ a) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce, b) závislost absorbance na vlnové délce, c) závislost upraveného normalizovaného průměru absorbance na vlnové délce po ponoření, d) závislost absorbance na vlnové délce po ponoření 79
- Obr. 27. Srovnání hodnot SPF a UVA-PF před UV expozicí, po UV expozici, po ponoření u Bariér Sun Enfants 50+ 79

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Doporučené hodnoty SPF pro jednotlivé kožní fototypy v závislosti na UV indexu při prvním opalování [3, s. 113].....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 2. Charakteristika testovaných přípravků</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 3a. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 3b. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 3c. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 3d. Filtry UV záření obsažené v testovaných přípravcích</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 4. Doby trvání UV expozicí v solárním simulátoru</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 5. Výsledné hodnoty přípravku SynCare SUN PROTECT SPF/UVA 12/4</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 6a. Parametry kosmetických přípravků</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 6b. Parametry kosmetických přípravků</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 7. Naměřené hodnoty u vzorků kosmetických přípravků s deklarovanou voděodolností</i>	<i>72</i>

SEZNAM PŘÍLOH

P I: hodnoty UV indexu

P II: Charakteristika středoevropských fototypů

P III a: Seznam povolených uv filtrů v evropské unii

P III b: Seznam povolených uv filtrů v evropské unii

P IV: Složení přípravku SynCare SUN PROTECT SPF 12/4 UVA

P V: Složení přípravku Astrid SAHARA SPF 15 s betakarotenem

P VI a: Složení přípravku Avon SUN+ SPF 15

P VI b: Složení přípravku Avon SUN+ SPF 15

P VII: Složení přípravku SynCare SUN PROTECT SPF 20/8 UVA

P VIII: Složení přípravku Daylong ULTRA SPF 25

P IX: Složení přípravku SynCare SUN PROTECT SPF 30/15 UVA

P X a: Složení přípravku Vichy CAPITAL SOLEIL SPF 30

P X b: Složení přípravku Vichy CAPITAL SOLEIL SPF 30

P XI a: Složení přípravku Bioderma PHOTODERM MAX SPF 50

P XI b: Složení přípravku Bioderma PHOTODERM MAX SPF 50

P XII: Složení přípravku SynCare ZINCI SUN SPF 50/16 UVA

P XIII a: Složení přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS XL SPF 50

P XIII b: Složení přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS XL SPF 50

P XIV: Složení přípravku Bioderma PHOTODERM KID SPF 50

P XV a: Složení přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS SPF 50

P XV b: Složení přípravku La Roche-Posay ANTHELIOS DERMO-PEDIATRICS SPF 50

P XVI: Složení přípravku Uriage BARIÉRSUN ENFANT SPF 50

PI: HODNOTY UV INDEXU

UV-Index	Míra expozice	Sluneční ochrana	Doporučení
1	Nízká	Ochrana není vyžadována.	Bezpečný pobyt venku.
2			
3	Mírná	Ochrana je vyžadována.	V poledních hodinách vyhledat stín; používat opalovací krém, triko, pokrývku hlavy.
4			
5			
6	Vysoká		
7			
8	Velmi vysoká	Je vyžadována extra ochrana.	V poledních hodinách nepobývat na slunci; použití opalovacího krému či trika a pokrývky hlavy je vysoce žádoucí.
9			
10			
11 +	Extrémní		

P II: CHARAKTERISTIKA STŘEDOEVROPSKÝCH FOTOTYPŮ

Fototyp	Charakteristika	Označení	Reakce na slunci	
			Spálení	Opálení
I.	Kůže velmi světlá, četné pihy, vlasy narezlé, oči modré, zelené.	Keltský typ	Zarudlá místa po 8 min., zčervenání, spálení těžké a bolestivé.	Po 1–2 dnech olupování takřka žádné.
II.	Kůže světlá, pihy řídké, vlasy blond až světlehnědé, oči modré, zelené, šedé, hnědé.	Evropan se světlou pletí	Podráždění po 15 min., bolestivé spálení.	Nastává pomalu, je nevýrazné, kůže se loupe.
III.	Kůže světle hnědá, pihy žádné, vlasy hnědé, oči šedé, hnědé.	Evropan s tmavou pletí	Hrozí po 25 min., spálení je mírné a zřídka kdy.	Průměrně rychlé a stejnoměrné.
IV.	Kůže hnědá, olivová, vlasy tmavohnědé, oči hnědé.	Středomořský typ	Po 40 min. intenzivního záření, ale prakticky nevzniká vůbec.	Rychlé, silné, bez předchozího erytému.

P III A: SEZNAM POVOLENÝCH UV FILTRŮ V EVROPSKÉ UNII

INCI název	Ochrana UVA,UVB	Nejvyšší po- volená kon- centrace
Chemické převážně UVB filtry:		
Paraaminobenzoáty		
PABA (4-Aminobenzoic acid)	UVB	5 %
Ethylhexyl Dimethyl PABA	UVB	8 %
PEG-25 PABA	UVB	10 %
Cinnamáty		
Octocrylene	UVB	10 %
Ethylhexyl Methoxycinnamate	UVB	10 %
Isoamyl 4-methoxycinnamate	UVB	10 %
Polysilicone-15	UVB	10 %
Salicyláty		
Ethylhexyl Salicylate	UVB	5 %
Homosalate	UVB	10 %
Deriváty kafru		
Camphor Benzalkonium Methosulfate	UVB	6 %
Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid	UVA + UVB	10 %
Bentylidene Camphor Sulfonic Acid	UVB	6 %
Polyacrylamidomethyl Benzylidene Camphor	UVB	6 %
4-Methylbenzylidene Camphor	UVB	4 %
3-Benzylidene Camphor	UVB	2 %

P III B: SEZNAM POVOLENÝCH UV FILTRŮ V EVROPSKÉ UNII

INCI název	Ochrana UVA,UVB	Nejvyšší po- volená kon- centrace
Chemické převážně UVB filtry:		
Triaziny		
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	UVA + UVB	10 %
Diethylhexyl Butamido Triazone	UVB	10 %
Ethylhexyl Triazone	UVB	5 %
Benzimidazoly		
Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	UVB	8 %
Drometrizole Trisiloxane	UVA + UVB	15 %
Disodium Phenyl Dibenzimidazole Tetrasulfonate	UVA	10 %
Organické nerozpustné pigmenty		
Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutyl-phenol	UVA + UVB	10 %
Chemické převážně UVA filtry:		
Benzofenony		
Benzophenone-3	UVA	10 %
Benzophenone-4, Benzophenone-5	UVA + UVB	5 %
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA	10 %
Dibenzoylmethany		
Butyl Methoxydibenzoylmethane	UVA	5 %
Fyzikální filtry		
Titanium dioxide	UVA + UVB	25 %
Zinc oxide	UVA + UVB	

**P IV: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU SYNCARE SUN PROTECT
SPF 12/4 UVA**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Paraffinum Liquidum	Emolient, antistatická látka, rozpouštědlo
Titanium Dioxide	Filtr UVB i UVA
Diisostearoyl Polyglyceryl-3 Dimer Dilinoleate, Dimethicone, Simethicone	Emolient, kondicionační přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Magnesium Sulfate	Regulátor viskozity
Cera Alba	Emolient, emulgátor, stabilizátor, parfemační přísada
Alumina	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Phenoxyethanol, Methylparaben, Butylparaben, Ethylparaben, Propylparaben, Isobutylparaben	Konzervační přísada
Tocopheryl Acetate	Antioxidant, kondicionační přísada
Citronellol, Hydroxycitronellal, Linalol, Geraniol, Parfum	Parfemační přísada

**P V: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU ASTRID SAHARA SPF 15
S BETAKAROTENEM**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Octocrylene, Homosalate, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	Filtr UVB
Paraffinum Liquidum, Cetyl Dimethicone	Emolient, antistatická látka, rozpouštědlo
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Triethylhexanoin, Panthenol	Emolient, kondicionační přísada
Glyceryl Stearate, Pentaerythrityl Distearate	Emolient, emulgátor
Cyclopentasiloxane	Rozpouštědlo, emolient, kondicionační přísada
Hydrogenated Castor Oil, Trideceth-6	Emolient, emulgátor, kondicionační přísada, PAL, regulátor viskozity
Sodium Stearoyl Glutamate, Corn Oil	Emulgátor, kondicionační přísada
Tocopheryl Acetate, Tocopherol	Antioxidant, kondicionační přísada
Beta-carotene	Kondicionační přísada, antioxidant, pigment
Tetrasodium EDTA	Chelatační činidlo
Triethanolamine	Emulgátor, PAL, pufrační činidlo
Sodium Acryloyldimethyl Taurate Copolymer, Sodium Acrylate	Filmotvorná přísada, regulátor viskozity, stabilizátor
Diazolidinyl Urea, Methylisothiazolinone	Konzervační přísada
Parfum	Parfemační přísada

P VI A: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU AVON SUN+ SPF 15

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Ethylhexyl Methoxycinnamate, Ethylhexyl Salicylate	Filtr UVB
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo, regulátor viskozity
Benzophenone-3, Butyl Methoxydiben- zoylmethane	Filtr UVA
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Glyceryl Stearate Citrate	Emolient, kondicionační přísada, emulgátor
Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate, Choleth-24, Ceteth-24	Emulgátor
Acryales/Octylacrylamide Copolymer	Filmotvorná přísada, stabilizátor
Dimethicone, Caprylyl Glycol	Emolient, kondicionační přísada
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Trimethylsiloxysilicate	Emolient, kondicionační přísada
Parfum	Parfemační přísada
Disodium EDTA	Chelatační činidlo
Sodium Hydroxide	Pufrační a denaturační přísada
Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer	Filmotvorná přísada, stabilizátor
Xanthan Gum	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity
Phosphoric Acid	Pufrační přísada
Tocopheryl Acetate	Antioxidant, kondicionační přísada
Phytol	Emolient, parfemační přísada

P VI B: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU AVON SUN+ SPF 15

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Lupinus Luteus Extract, Triticum Vulgare Germ Extract, Prunus Amygdalus Dulcis Extract, Punica Granatum Fruit Juice, Linum Usitatissimum Extract	Kondicionační přísada

**P VII: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU SYNCARE SUN PROTECT
SPF 20/8 UVA**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Paraffinum Liquidum	Emolient, antistatická látka, rozpouštědlo
Titanium Dioxide	Filtr UVB i UVA
Diisostearoyl Polyglyceryl-3 Dimer Dilinoleate, Dimethicone	Emolient, kondicionační přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Magnesium Sulfate	Regulátor viskozity
Cera Alba	Emolient, emulgátor, stabilizátor, parfemační přísada
Hydrogenated Castor Oil	Emolient, emulgátor, kondicionační přísada, PAL, regulátor viskozity
Alumina	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Simethicone	Emolient, kondicionační přísada
Phenoxyethanol, Methylparaben, Butylparaben, Ethylparaben, Propylparaben, Isobutylparaben	Konzervační přísada
Tocopheryl Acetate	Antioxidant, kondicionační přísada

P VIII: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU DAYLONG ULTRA SPF 25

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
C12-15 Alkyl Benzoate	Emolient, kondicionační a antibakteriální přísada
Ethylhexyl Methoxycinnamate	Filtr UVB
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	Filtr UVA
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	Filtr UVB i UVA
Pentylene Glycol, Alcohol	Rozpouštědlo, kondicionační a antibakteriální přísada
Sorbitol	Humektant, kondicionační přísada
Ethylhexyl Triazone	Filtr UVB
Dicaprylyl Carbonate, Dimethicone	Emolient, kondicionační přísada
Cetyl Phosphate	Emulgátor, PAL, pufrační činidlo
Triethanolamine	Emulgátor, PAL
Tocopherol	Antioxidant, kondicionační přísada
Cetyl Alcohol	Emolient, emulgátor, stabilizátor, PAL, regulátor viskozity
Lecithin	Emolient, emulgátor, kondicionační a antistatická přísada
Carbomer	Stabilizátor, regulátor viskozity
BHT	Konzervant, antioxidant
Aloe Barbadensis Leaf Juice Powder	Kondicionační přísada

**P IX: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU SYNCARE SUN PROTECT
SPF 30/15 UVA**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Ethylhexyl Stearate	Emolient
Paraffinum Liquidum	Emolient, antistatická látka, rozpouštědlo
Titanium Dioxide	Filtr UVB i UVA
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	Filtr UVB i UVA
Diisostearoyl Polyglyceryl-3 Dimer Dilinoleate	Emolient, kondicionační přísada
Styrene/Acrylates Copolymer	Filmotvorná a zneprůhledňující přísada
Dimethicone	Emolient, kondicionační přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Magnesium Sulfate	Regulátor viskozity
Cera Alba	Emolient, emulgátor, stabilizátor, parfemační přísada
Hydrogenated Castor Oil	Emolient, emulgátor, kondicionační přísada, PAL, regulátor viskozity
Alumina	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Simethicone	Emolient, kondicionační přísada
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Ethylhexylglycerin	Kondicionační přísada

P X A: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU VICHY CAPITAL SOLEIL SPF 30

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
C12-15 Alkyl Benzoate	Emolient, kondicionační, antibakteriální přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo, regulátor viskozity
Isohexadecane	Emolient, kondicionační přísada, rozpouštědlo
Titanium Dioxide [nano], Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Drometrizole Trisiloxane	Filtr UVB i UVA
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Nylon-12	Zneprůhledňující přísada, regulátor viskozity, pojivo
Octocrylene, Ethylhexyl Triazone	Filtr UVB
Zea Mays Starch	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Alcohol Denat.	Rozpouštědlo, antimikrobní látka
Potassium Cetyl Phosphate	Emulgátor
Synthetic Wax	Emolient, regulátor viskozity, antistatická přísada, pojivo
Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer	Filmotvorná přísada, stabilizátor
Aluminium Hydroxide	Emolient, regulátor viskozity
Caprylyl Glycol	Emolient, humektant, kondicionační přísada
Dimethicone	Emolient, kondicionační přísada
Disodium EDTA	Chelatační činidlo

P X B: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU VICHY CAPITAL SOLEIL SPF 30

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Glyceryl Stearate, Palmitic Acid	Emolient, emulgátor
PEG-100 Stearate	Surfaktant
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Silica [nano]	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Stearic Acid	Emulgátor, stabilizátor emulze
Tocopherol	Antioxidant, kondicionační přísada
Triethanolamine	Emulgátor, PAL, pufrační činidlo
Xanthan Gum	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity
Parfum (code F.I.L B49209/3)	Parfemační přísada

**P XI A: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU BIODERMA PHOTODERM MAX
SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Dicaprylyl Carbonate	Emolient, kondicionační přísada
Octocrylene	Filtr UVB
Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetra- methylbutylphenol, Bis- Ethylhexyloxophenol Methoxyphenyl Triazine	Filtr UVB i UVA
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Cyclomethicone	Emolient, kondicionační přísada, regulátor vis- kozity
Alcohol Denat.	Rozpouštědlo, antimikrobní látka
C20-22 Alkyl Phosphate	Emulgátor
C20-22 Alcohols	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Tocopheryl Acetate	Antioxidant, kondicionační přísada
Ectoin	Kondicionační přísada
Mannitol, Xylitol, Rhamnose, Fructoo- ligosaccharides	Emolient, kondicionační přísada
Laminaria Ochroleuca Extract	Kondicionační přísada
Decyl Glucoside	Stabilizátor emulze
Xanthan Gum, PTFE	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity
Ammonium Acryolyldimethyltaurate/ VP Copolymer	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Disodium EDTA	Chelatační činidlo

**P XI B: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU BIODERMA PHOTODERM MAX
SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Sodium Hydroxide	Pufrační a denaturační přísada
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo, regulátor viskozity
Citric Acid	Pufrační a chelatační přísada
Caprylic/Capric Triglyceride	Rozpouštědlo, kondicionační přísada
Phenoxyethanol	Konzervační přísada

P XII: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU SYNCARE ZINCI SUN SPF 50/16 UVA

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Titanium Dioxide	Filtr UVB i UVA
Ethylhexyl Methoxycinnamate	Filtr UVB
Paraffinum Liquidum	Emolient, antistatická látka, rozpouštědlo
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	Filtr UVB i UVA
Butyl Methoxydibenzoylmetane	Filtr UVA
Zinc Oxide	Filtr UVB i UVA
Diisostearoyl Polyglyceryl-3 Dimer Dilinoleate, Dimethicone, Simethicone	Emolient, kondicionální přísada
Alumina	Abrazivní přísada, regulátor viskozity
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Styrene/Acrylates Copolymer	Filmotvorná a zneprůhledňující přísada
Magnesium Sulfate	Regulátor viskozity
Cera Alba	Emolient, emulgátor, stabilizátor, parfemační přísada
Hydrogenated Castor Oil	Emolient, emulgátor, regulátor viskozity
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Ethylhexylglycerin	Kondicionální přísada

**P XIII A: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU LA ROCHE-POSAY ANTHELIOS
XL SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
C12-15 Alkyl Benzoate	Emolient, kondicionační, antibakteriální přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Alcohol Denat.	Rozpouštědlo, antimikrobní látka
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Titanium Dioxide [nano], Drometrizole Trisiloxane	Filtr UVB i UVA
Pentylene Glycol	Rozpouštědlo, kondicionační přísada
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Styrene/Acrylates Copolymer	Filmotvorná a zneprůhledňující přísada
Caprylic/Capric Triglyceride	Rozpouštědlo, kondicionační přísada
Pentaerythrityl Tetraethylhexanoate	Emolient, regulátor viskozity
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo, regulátor viskozity
Ethylhexyl Triazone	Filtr UVB
Stearyl Alcohol	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity, kondicionační a zneprůhledňující přísada
Talc	Absorbent
Nylon-12	Zneprůhledňující přísada, regulátor viskozity, pojivo
Synthetic Wax	Emolient, regulátor viskozity, antistatická přísada, pojivo
Aluminium Hydroxide	Emolient, kondicionační přísada

**P XIII B: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU LA ROCHE-POSAY ANTHELIOS
XL SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Ammonium Acryloyldimethyl Taurate/Steareth-8 methacrylate copolymer	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Ammonium Polyacryldimethyltauramide/Ammonium Polyacryloyldimethyl Taurate	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Caprylyl Glycol	Emolient, humektant, kondicionační přísada
Cassia Alata Leaf Extract	Adstringentní složka
Disodium EDTA	Chelatační činidlo
Glyceryl Isostearate	Emolient, emulgátor
Glycine Soja Oil/Soybean Oil	Emolient, kondicionační přísada
Isopropyl Lauroyl Sarcosinate	Kondicionační přísada
Maltodextrin	Absorbent, stabilizátor emulze, kondicionační přísada
PEG-8 Laurate	Emulgátor
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Stearic Acid	Emulgátor, stabilizátor emulze
Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid	Filtr UVB i UVA
Tocopherol	Antioxidant, kondicionační přísada
Triethanolamin	Emulgátor, PAL, pufrací činidlo
Xanthan Gum (code F.I.L: B43962/4)	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity

**P XIV: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU BIODERMA PHOTODERM KID
SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Dicaprylyl Carbonate	Emolient, kondicionační přísada
Octocrylene	Filtr UVB
Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol	Filtr UVB i UVA
Bis-Ethylhexyloxophenol Methoxyphenyl Triazine	Filtr UVB i UVA
C20-22 Alkyl Phosphate	Emulgátor
Glyceryl Stearate, PEG-100 Stearate	Emolient, emulgátor
Cyclomethicone, Ectoin, Mannitol, Xylitol, Rhamnose, Fructooligosaccharides, Laminaria Ochroleuca Extract, Creatine	Emolient, kondicionační přísada
C20-22 Alcohols, Decyl Glucoside	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Hydroxyethyl Acrylate/ Sodium Acryloyldimethyl Taurate copolymer	Filmotvorná přísada, regulátor viskozity, stabilizátor
Pentylene Glycol, Propylene Glycol	Kondicionační přísada, rozpouštědlo
Xanthan Gum	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity
Citric Acid, Sodium Hydroxide	Pufrační přísada
Caprylic/Capric Triglyceride	Rozpouštědlo, kondicionační přísada
Blue 1 (CI 42090)	Barvivo
Disodium EDTA	Chelatační činidlo
Chlorphenesin, Phenoxxyethanol	Konzervační přísada

**P XV A: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU LA ROCHE-POSAY ANTHELIOS
DERMO-PEDIATRICS SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
C12-15 Alkyl Benzoate	Emolient, kondicionační a antibakteriální přísada
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Ethylhexyl Salicylate, Diethylhexyl Butamido Triazone	Filtr UVB
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Drometrizole Trisiloxane, Titanium Dioxide, Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid	Filtr UVB i UVA
Alcohol Denat.	Rozpouštědlo, antimikrobní látka
Diisopropyl Sebacate	Emolient, kondicionační přísada, rozpouštědlo
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo, regulátor viskozity
Dimethicone	Emolient, kondicionační přísada
Synthetic Wax	Emolient, regulátor viskozity, antistatická přísada, pojivo
Potassium Cetyl Phosphate	Emulgátor
Ammonium Polyacryldimethyltauramide/Ammonium Polyacryloyldimethyltauramide	Stabilizátor emulze, regulátor viskozity
Caprylyl Glykol	Emolient, humektant, kondicionační přísada
Disodium EDTA	Chelatační činidlo

**P XV B: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU LA ROCHE-POSAY ANTHELIOS
DERMO-PEDIATRICS SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Glyceryl Stearate, Palmitic Acid, Stearic Acid	Emolient, emulgátor
Hydroxypropyl Methylcellulose	Pojivo, stabilizátor emulze, filmotvorná přísada, regulátor viskozity
Isopropyl Lauroyl Sarcosinate, Pentylene Glycol	Kondicionační přísada
PEG-100 Stearate	Surfaktant
Phenoxyethanol	Konzervační přísada
Tocopherol	Antioxidant, kondicionační přísada
Triethanolamin (code F.I.L.: C163125/2)	Emulgátor, PAL, puфраční činidlo

**P XVI: SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU URIAGE BARIÉRSUN ENFANT
SPF 50**

Složení (dle INCI)	Funkční vlastnost
Aqua	Rozpouštědlo
Dicaprylyl Carbonate	Emolient, kondicionační přísada
Uriage thermal spring water	Rozpouštědlo
Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetra- methylbutylphenol	Filtr UVB i UVA
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Filtr UVA
Ethylhexyl Triazone	Filtr UVB
Glycerin	Humektant, regulátor viskozity
Nylon-12	Zneprůhledňující přísada, regulátor viskozity, pojivo
Hydrogenated Polydecene	Emolient, kondicionační a parfemační přísada, rozpouštědlo
Decyl Glucoside, C20-22 Alkyl Phosphate, C20-22 Alcohols	Stabilizátor emulze
Glucose, Trehalose	Humektant
Xanthan Gum	Pojivo, stabilizátor, regulátor viskozity
Chlorphenesin, Benzoic Acid, O- cymen-5-ol	Konzervační přísada
Tetrasodium EDTA	Chelatační činidlo
Tocopheryl Acetate, Ascorbyl Tetrai- sopalmitate	Antioxidant, kondicionační přísada
Propylene Glycol	Kondicionační přísada, humektant, rozpouštědlo
Citric Acid, Sodium Hydroxide	Pufrační přísada