Ochrana pokožky před UV zářením

Kateřina Šťastná

Bakalářská práce
2013

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Kateřina ŠŤASTNÁ**
Osobní číslo:	**T10184**
Studijní program:	**B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**
Forma studia:	**prezenční**
Téma práce:	**Ochrana pokožky před UV zářením**

Zásady pro vypracování:

1. **V teoretické části vypracujte literární rešerši na zadané téma.**
2. **Popište vliv UV záření na kůži a možná zdravotní rizika spojená s nadměrným sluněním.**
3. **Dále se věnujte přirozeným obranným mechanizmům kůže vůči poškození UV zářením.**
4. **V další části se zaměřte na možnosti zevní fotoprotekce.**
5. **Dále se věnujte přípravkům na opalování, jejich složení, rozdělení a vlastnostem.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **BAUMANN, L. Cosmetic Dermatology: Principles and Practice. New York: McGraw Hill Medical, 2009. 366 p. ISBN 978-0-07-149062-7.**
2. **RAJNOCHOVÁ SVOBODOVÁ, A. Poškození kůže působením slunečního záření, možnosti ochrany a prevence. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 129 s. ISBN 978-80-244-3183-3.**
3. **ETTLER, K. Fotoprotekce kůže: ochrana kůže před účinky ultrafialového záření. Vyd. 1. Praha: Triton, 2004, 133 s. ISBN 80-725-4463-2.**
4. **SALVADOR, A, CHISVERT, A. Analysis of cosmetic products. 1st ed. London: Elsevier, 2007, 487 p. ISBN 04-445-2260-3.**
5. **SVOBODOVÁ, A., VOSTÁLOVÁ, J. Solar radiation induced skin damage: Review of protective and preventive options. International Journal of Radiation Biology. 2010, 86, p. 999-1030.**

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Iva Hauerlandová, Ph.D.**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **18. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2013**

Ve Zlíně dne 18. února 2013

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ŠŤASTNÁ KATEŘINA Obor: TVTKD

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 21.5.2013 .....

---

[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:*

(1) Vysoká škola nevýdělečně 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 nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určena, 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 vzdělávacího 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 užít 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 jím 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

Předkládaná bakalářská práce se zabývá vlivem slunečního záření na pokožku. Kromě popisu jednotlivých složek slunečního záření je zde stručně popsána stavba kůže a především pak patologické změny, které se v kůži vlivem UV záření odehrávají. Tyto změny jsou rozděleny na změny akutní a subakutní a na změny chronické. Nejrozsáhlejší část práce je poté věnována způsobům a prostředkům ochrany pokožky před slunečním zářením.

Klíčová slova: UV záření, pokožka, fotoprotekce, melanin, UV filtr.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the influence of solar radiation on the skin.
Besides description of particular components of solar radiation there is a description of the skin structure and special attention is paid to the pathological changes caused by UV radiation. These changes are categorized into acute, subacute and chronic. The largest part of the thesis is devoted to the methods and means of skin protection.

Keywords: UV radiation, skin, photoprotection, melanin, UV filter.

Touto cestou bych ráda poděkovala paní RNDr. Ivě Hauerlandové, Ph.D. za odborné rady, ochotu a čas, který mi po celou dobu vedené mé práce věnovala.

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

OBSAH

ÚVOD **10**
1 KŮŽE **11**
1.1 STAVBA KŮŽE 11
1.1.1 Pokožka 11
1.1.2 Škára 12
1.1.3 Podkožní vazivo 12
1.2 FUNKCE KŮŽE 13
2 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ **15**
2.1 ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ 15
2.1.1 UVA záření 15
2.1.2 UVB záření 16
2.1.3 UVC záření 16
2.1.4 Klimatologické faktory 16
2.2 VIDITELNÉ ZÁŘENÍ 19
2.3 INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ 19
3 ÚČINKY UV ZÁŘENÍ NA KŮŽI **20**
3.1 AKUTNÍ A SUBAKUTNÍ ZMĚNY KŮŽE PO UV OZÁŘENÍ 20
3.1.1 Solární erytém 20
3.1.2 Pigmentace 21
3.1.3 Fotodermatózy 21
3.1.3.1 Primární idiopatické fotodermatózy 21
3.1.3.2 Primární fotodermatózy se známým fotosenzibilizátorem 22
3.1.3.3 Sekundární fotodermatózy 23
3.1.4 Fotoimunosuprese 23
3.1.5 Zesílení rohové vrstvy kůže 24
3.1.6 Syntéza vitaminu D 24
3.2 CHRONICKÉ ZMĚNY KŮŽE PO UV OZÁŘENÍ 25
3.2.1 Stárnutí kůže (photoaging) 25
3.2.2 Fotokarcinogeneze 26
3.2.2.1 Prekancerózy 26
3.2.2.2 Kožní nádory 26
4 OCHRANA KŮŽE PŘED ÚČINKY UV ZÁŘENÍ **27**
4.1 FAKTORY PŘIROZENÉ OCHRANY KŮŽE 27
4.1.1 Kožní fototyp 27
4.1.2 Pigmentace kůže 28
4.1.2.1 Časné pigmentační ztmavnutí 28
4.1.2.2 Pozdní pigmentace 29
4.1.2.3 Syntéza melaninu v kůži 29
4.1.3 Zesílení rohové vrstvy kůže 30
4.1.4 Antioxidační systémy 30
4.2 FAKTORY UMĚLÉ OCHRANY KŮŽE 30
4.2.1 Ochrana stíněním 30
4.2.2 Fotoprotekce textiliemi 31
4.2.3 Sluneční brýle 32

4.2.4 UV filtry 32
4.2.5 Zvýšení pigmentace kůže 32
4.2.6 Aplikace antioxidantů 33
4.2.7 Reparační enzymy 33
4.2.8 Fytochemikálie 33
5 PŘÍPRAVKY NA OPALOVÁNÍ 34
5.1 UV FILTRY 34
5.1.1 Fyzikální UV filtry 36
5.1.2 Chemické UV filtry 36
5.2 ZÁSADY PŘI OPALOVÁNÍ 36
5.2.1 Výběr SPF přípravku 36
5.2.2 Pobyt na slunci 38
5.2.3 Přípravky po slunění 39
ZÁVĚR 40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 45
SEZNAM OBRÁZKŮ 46
SEZNAM TABULEK 47

ÚVOD

Ochrana pokožky před UV zářením nabývá stále většího významu, především díky módnímu trendu „snědé kůže“ kdy silné, někdy až přehnané opálení je symbolem přitažlivosti, vitality a paradoxně i zdraví. Lidé se tak stále více vystavují slunečnímu záření či umělému záření v soláriích, aniž by svou pokožku dostatečně chránili před negativními vlivy UV záření. Vedlejším a nežádoucím efektem tohoto trendu je pak rapidní zvýšení výskytu rakoviny kůže, která je nejčastějším typem zhoubných nádorových onemocnění. Mimo zvýšeného výskytu rakoviny kůže jsou však také stále častější i další negativní projevy nadměrného vystavení pokožky UV záření jako jsou nejrůznější fotodermatózy, fotoimunosuprese, projevy stárnutí kůže apod. Na druhou stranu je třeba také říct, že ne všechny nemoci kůže, jež mají souvislost s UV zářením, jsou výsledkem nedostatečné ochrany pokožky před sluncem. Mnoho z nich má svůj původ v rodinné anamnéze či jsou reakcí na nějakou exogenní látku, jako jsou např. léky. V takovýchto případech zpravidla nestačí omezit pobyt na slunci, ale je třeba chránit pokožku i při zcela běžných činnostech.

Pokožka je sama o sobě přirozeně chráněna vlastními procesy, kdy po expozici sluncem dojde ke zvýšené tvorbě melaninu a tím k tmavnutí kůže. U dlouhodobé či opakované expozice však tato přirozená ochrana není dostačující, zvláště pak u fototypů se světlou pokožkou. Zde přichází na řadu umělé metody ochrany pokožky, mezi které se řadí i tak samozřejmé věci jako je pobyt jedince mimo sluneční záření či ochrana pokožky textiliemi. Především jsou to však přípravky na opalování s UV faktorem či přípravky po opalování určené k ošetření kůže po jejím vystavení slunci.

Cílem všech způsobů a přípravků je ochrana kůže před poškozením UV zářením, či zmírnění dopadu tohoto poškození.

1 KŮŽE

Kůže (*cutis, derma*) má podobu silné blány, která pokrývá celý povrch těla a tvoří tak jeho ochranný obal. Tato bariéra je selektivně propustná. Tekutiny, které ji zvlhčují a promazávají, představují bariéru pro škodlivé látky z exogenního prostředí a udržují stabilní prostředí uvnitř. Kůže absorbuje především látky rozpustné v tucích. Zdravá kůže má hodnotu pH v rozmezí 4,5 až 6,0. Kyselost brání nadměrnému rozmnožování mikroorganizmů. Celková plocha kůže se pohybuje v rozmezí 1,5 až 2 m^2 a představuje až 12 % tělesné hmotnosti. Tloušťka kůže (bez podkožního vaziva) kolísá mezi 1 až 4 mm. Kůži tvoří tři integrované vrstvy – pokožka (*epidermis*), škára (*corium*) a podkožní vazivo (*tela subcutanea*) [1, 2].

1.1 Stavba kůže

1.1.1 Pokožka

Pokožka tvoří povrchovou vrstvu kůže a její tloušťka se pohybuje okolo 1 mm. Skládá se z pěti vrstev a čtyř typů buněk - keratinocytů, melanocytů, Langerhansových a Merkelových buněk. Keratinocyty leží v nejhlubší vrstvě pokožky, postupují směrem k povrchu, postupně se oplošťují, degenerují, zvyšují obsah bílkoviny keratinu, v povrchové vrstvě odumírají a průběžně se odlupují. Posun buněk z nejhlubší vrstvy na povrch trvá přibližně jeden měsíc. Melanocyty tvoří a keratinocytům předávají kožní pigment melanin, který pohlcuje škodlivé UV záření, schopné ničit buňky hlubších vrstev. Melanin také přispívá ke zbarvení pokožky do hnědého tónu. Langerhansovy buňky jsou součástí imunitního systému pokožky a brání pronikání mikroogranizmů, které tyto buňky pohlcují a zneškodňují. Merkelovy buňky jsou smyslové buňky, které leží v nejhlubší vrstvě pokožky a mají funkci mechanorecepční [1, 3].

Pokožka je rozdělena do pěti vrstev (viz obr. 1). Povrch pokožky tvoří vrstva rohová (*stratum corneum*), která je nejsilnější na dlaních a chodidlech, nejtenčí a nejjemnější na očních víčkách. Je tvořena mnohovrstevným dlaždicovým epitelem, jehož povrchové vrstvy jsou zrohovatělé – keratinizované. Tato vrstva je velmi odolná proti mechanickým i chemickým vlivům a je proto výbornou ochranou tělního povrchu. Zrohovatělá vrstva se neustále odlupuje a dochází k jejímu obnovování. Pod touto vrstvou se nachází vrstva světlá (*stratum lucidum*), která je nápadněji vyvinuta na dlaních a chodidlech. Vrstva světlá dále přechází v zrnitou (*stratum granulosum*), kde se buňky oplošťují a tvoří několik řad, dochází

zde k určitému stupni rohovatění. Pod vrstvou zrnitou se nachází ostnitá (*stratum spinosum*), která je tvořena 4 až 7 řadami buněk navzájem propojenými desmozomy. Prostory mezi buňkami jsou vyplněny tkáňovým mokem, který přivádí k buňkám výživné látky a odvádí odpadní produkty metabolizmu. V nejhlubší vrstvě pokožky se nachází vrstva základní (*stratum basale*). Je tvořena jednou vrstvou zárodečných buněk válcovitého tvaru, kolmo uložených k bazální membráně, která tvoří přechod mezi pokožkou a škárou. Nad jádry zárodečných buněk se nachází drobná zrníčka pigmentu produkovaných melanocyty uloženými mezi buňkami základní vrstvy. Melanocyty jsou nervového původu a mají schopnost vytvářet melanin. Do *epidermis* zasahují nemyelinizovaná nervová vlákna, ale neobsahuje žádné cévy. Spojení pokožky se škárou zajišťují papily a čepy [2, 4, 5].

Přídatná kožní ústrojí (kožní adnexa) jsou epidermálního původu. Dělíme je do dvou skupin: zrohovatělé deriváty *epidermis* (chlupy, vlasy, nehty) a kožní žlázy [1, 2].

1.1.2 Škára

Škára je asi 1 až 3 mm silná vrstva, která je tvořena tuhým vazivem složeným ze sítě elastických a kolagenních vláken. Tato vlákna zajišťují pevnost, pružnost a tažnost kůže. Ve škáře se také vyskytují vlákna retikulární, které jsou síťovitě uspořádána a tvoří retikulární síťovinu. Škára se skládá ze dvou vrstev. Povrchová vrstva (*stratum papillare*) je tvořena zejména elastickými vlákny, je řidší a proti *epidermis* vybíhá v podobě četných papil. Mezi jednotlivé papily z *epidermis* vybíhají epidermální čepy. Spojení *epidermis* se škárou je tak zajištěno proti odtržení při tangenciálně působících tazích. Hluboká vrstva (*stratum reticulare*) obsahuje převážně vlákna kolagenní a je mnohem hustší. Průběh snopců těchto vláken je v různých částech těla odlišný a určuje tzv. štěpnost kůže [2, 4, 5].

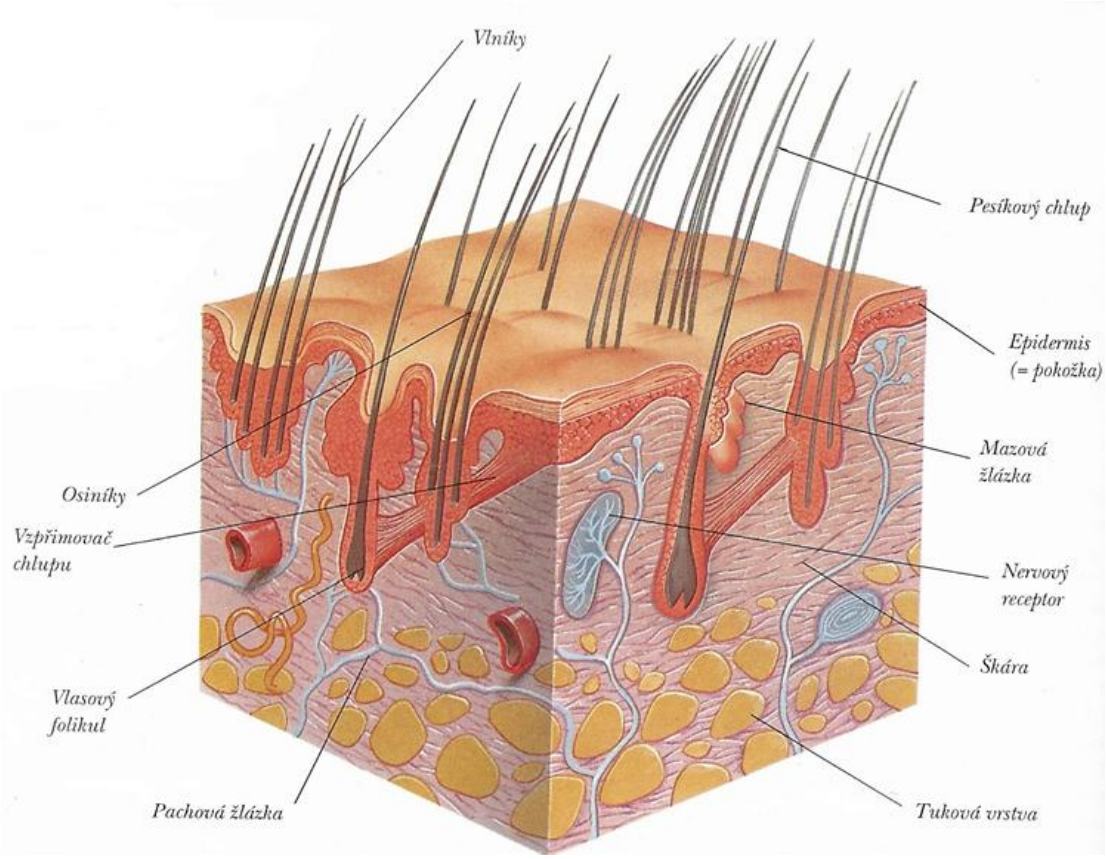
Ve škáře jsou uloženy vlasové folikuly a jejich aparát (mazové žlázy), potní žlázy, nervové pleteně a sítě krevních a mízních cév [2].

1.1.3 Podkožní vazivo

Podkožní vazivo je tvořeno řídkým kolagenním vazivem, které svými vlákny prochází do retikulární vrstvy škáry. Tloušťka podkožního vaziva se pohybuje v rozmezí 0,5 až 10 cm v závislosti na množství podkožní tukové tkáně. K podkladu je podkožní vazivo připojeno různě silnými pruhy vaziva a umožňuje pohyblivost kůže proti hlubším strukturám, tj. svalům, šlachám, kostem a kloubům. Mezi těmito pruhy jsou ostrůvky tukové tkáně, které na některých místech splývají a tvoří souvislý tukový polštář. Ten je mechanickým a tepel-

ným izolátorem hlubších vrstev těla a uplatňuje se jako zásoba energie. V některých oblastech kůže podkožní tuk chybí (víčka, hřbet nosu a ušní boltce). Podkožní vazivo dále obsahuje tepny, žíly, mízní cévy a nervová vlákna. Větve silnějších cév a nervů směřují do škáry [2, 4, 6].

Obrázek 1: *Stavba kůže* [7]



1.2 Funkce kůže

Kůže má řadu funkcí:

- chrání organizmus před zevními vlivy – mechanické, chemické, tepelné, UV záření, mikroorganizmy;
- zprostředkovává kožní čití – pomocí kožních receptorů a navazujících dostředivých nervových vláken;
- podílí se na udržování tělesné teploty – změnou prokrvení, intenzitou pocení;

- je zásobárnou krve – při rozšíření tepének v kožní části krevního oběhu se krev v kůži hromadí, při zúžení tepének se průtok krve kůží snižuje, což nastává např. při krevní ztrátě, kdy se kožní řečiště takřka vyprazdňuje;
- patří k vylučovací soustavě – kromě vody vydává do potu i malé množství odpadních látek;
- má určitou vstřebávací kapacitu – dokáže vstřebávat látky (léky) z tukových základů krémů a mastí;
- pod vlivem UV záření vzniká v kůži prekurzor vitaminu D_3 [3, 4, 8].

2 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ

Sluneční záření je tvořeno spektrem elektromagnetického vlnění složeného z ultrafialové (UV), viditelné (VIS) a infračervené oblasti (IR). Sluneční záření je významné pro řadu pochodů probíhajících na zemi i v atmosféře. Dále je nutné pro vidění a syntézu biologicky aktivní formy vitaminu D, a rovněž příznivě působí na lidskou psychiku. Vedle pozitivních má však i řadu nežádoucích účinků, zejména na kůži a oči, které jsou vystavovány jeho působení přímo. Dlouhou dobu bylo škodlivé působení přisuzováno pouze ultrafialovému záření, ale dnes už jsou známy i negativní biologické účinky způsobené viditelnou a infračervenou oblastí záření [9,10,11].

2.1 Ultrafialové záření

UV záření tvoří přibližně 5 % slunečního záření dopadajícího na zemský povrch. Terestriální UV záření zahrnuje vlnové délky v rozmezí 295 – 400 nm. Mezinárodní komise pro radiaci (International Commission on Illumination) UV oblast dále rozdělila na UVA (315 – 400 nm), UVB (280 – 315 nm) a UVC (100 – 280 nm) záření. Nejškodlivější část slunečního UV světla (100 – 294 nm) je eliminována v ozónové vrstvě ve stratosféře. Zbývající UV záření, které dopadá na zemský povrch, obsahuje asi 1 – 10 % UVB a 90 – 99 % UVA. V posledních letech dochází k úbytku ozónové vrstvy a následkem toho může významně růst množství UVB záření dopadajícího na zemský povrch. Působením UV záření dochází v organizmu k akutním a chronickým změnám, jejichž rozsah je ovlivněn individuálními faktory (geneticky podmíněná odolnost a aktuální stav organizmu), ale i faktory, které působí na intenzitu dopadajícího záření na povrch země. Jedná se o klimatologické faktory [9, 12, 13, 14].

2.1.1 UVA záření

Převážnou část UV záření tvoří dlouhovlnné UVA záření (315 – 400 nm). UVA je dále členěno na UVA1 (340 – 400 nm) a UVA2 (315 – 340 nm). UVA záření není absorbováno ozonovou vrstvou ani běžným sklem, a jeho intenzita se tak během dne ani s nadmořskou výškou příliš nemění. Až 10 % UVA záření proniká k podkožní vazivové vrstvě a může tak poškodit nejen kožní buňky, ale může způsobit až nekrózu endoteliálních buněk a narušit kožní névy. UVA záření stimuluje oxidaci melaninu, který je již přítomen v kůži a jeho přesun z melanocytů do keratinocytů. Na druhou stranu může vést ke vzniku erytému. Čas-

tá a opakovaná expozice pokožky UVA záření způsobuje změny ve struktuře a funkci kůže známé jako předčasné stárnutí kůže [9, 12].

2.1.2 UVB záření

UVB záření (280 – 315 nm) představuje 1 - 10 % UV záření dopadajícího na zemský povrch. Potencionálně nejnebezpečnější je oblast s vlnovou délkou 280 – 294 nm, která je však absorbována ve stratosféře ozonovou vrstvou. UVB neproniká tak hluboko do kůže jako UVA a jen asi 10 % záření pronikne až do dermis. Daleko účinněji stimuluje syntézu melaninu a způsobuje tak opálení daleko rychleji oproti UVA. UVB je také asi 1000x účinnější karcinogen než UVA a jeho intenzita závisí na denní době a nadmořské výšce. Je velmi účinným vyvolavatelem erytému a pigmentace, může také vyvolat vznik nádorů i jejich šíření. Kromě pokožky má jeho dlouhodobá a častá expozice (vedoucí až ke vzniku předčasnému stárnutí kůže) negativní vliv také na oči [9, 12, 15].

2.1.3 UVC záření

Krátkovlnné UVC záření (100 –280 nm) má nejvyšší energii oproti ostatním UV paprskům. Tomu odpovídají i nejintenzivnější biologické účinky. Představuje nejtoxičtější část slunečního světla. Působí vysoce mutagenně a genotoxicky na všechny formy života, proto se také využívá jako účinný germicidní prostředek k prostorové dezinfekci (operační sály, laboratoře). Vlnové délky 100 – 294 nm jsou pohlcovány ozónovou vrstvou, a proto se na patologických procesech v kůži nepodílí [9, 15].

2.1.4 Klimatologické faktory

Množství ultrafialového záření dopadajícího na zem je ovlivněno řadou faktorů:

- **Roční období**
  V letním období dopadá na zemský povrch asi třikrát větší množství UV záření než v zimě. Významný rozdíl je zejména v UVB složce, které je v létě alespoň desetkrát více než v zimních měsících [9].
- **Postavení Slunce**
  Postavení Slunce, neboli tzv. „zenitový úhel“ Slunce, je úhel mezi zenitem (nadhlavníkem) a spojnicí ke slunci - tedy doplněk výšky Slunce do 90° (tj. kolmice spuštěné na zemský povrch z nadhlavníku). Pro velké výšky Slunce (malé úhly) má UV záření na zemském povrchu větší intenzitu, protože dráha slunečních paprsků

v atmosféře je kratší a jejich absorpce je menší. UV záření dosahuje největší intenzity v poledních hodinách. Poloha Slunce na obloze se mění v průběhu dne a roku, je závislá na zeměpisné šířce a zvláště v tropických oblastech je intenzita záření vysoká [12, 13, 16].

- **Nadmořská výška**

  Intenzita UV záření roste s nadmořskou výškou, protože množství absorbujících látek v atmosféře s výškou klesá. Průměrný nárůst intenzity UV záření je 6 - 8 % na každých 1000 m nadmořské výšky [9, 12].

- **Rozptyl v atmosféře**

  Část UV paprsků dopadne na zemský povrch přímo ze Slunce, druhá polovina je však rozptýlena v atmosféře molekulami plynů a pevnými částicemi (aerosoly, vodní kapky a krystalky). Rozptýlené záření dopadá na zemský povrch až po odrazu od těchto částic nebo po odrazu od některých povrchů. Tyto odražené paprsky znásobují množství UV záření, které na kůži dopadá [12, 17].

- **Odraz na zemském povrchu**

  Část UV záření je po průchodu atmosférou na zemský povrch absorbována a zbytek se odráží zpět do atmosféry. Tento děj probíhá v závislosti na optických vlastnostech daných materiálů. Většina přirozených povrchů (tráva, zemina) odráží méně než 10 % dopadajícího UV záření, písek odráží 25 %, kdežto sníh až 80 % záření. Asi 95 % UV záření prochází vodní hladinou a téměř 50 % proniká do hloubky i 3 m pod hladinu [12, 13, 17].

- **Oblačnost a zákal**

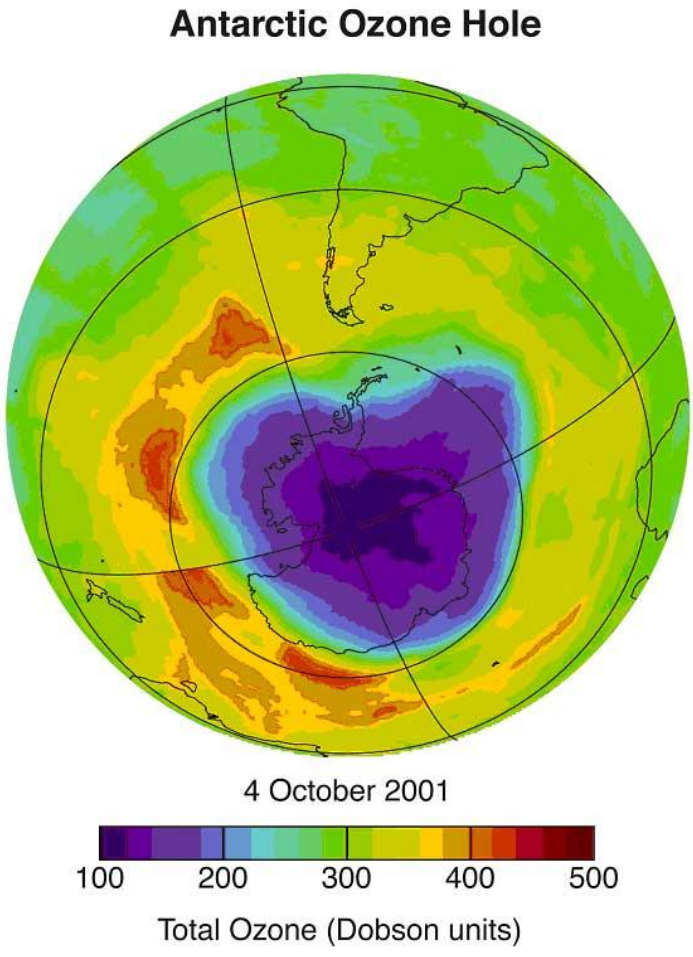
  UV záření dosahuje nejvyšší intenzity za jasné oblohy. Oblačnost všeobecně UV záření zeslabuje, ale tato skutečnost velmi závisí na typu a velikosti oblaků. Mírná oblačnost radiaci téměř neovlivňuje. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou (atmosférickým zákalem) je intenzita UV záření dopadajícího na zemský povrch nižší než v místech s čistou atmosférou [12, 13].

- **Ozón**

  Ozón vzniká v atmosféře reakcí molekul O_2 s UV zářením, zejména krátkovlnným zářením UVC, kdy se molekuly kyslíku štěpí a vzniklé atomy kyslíku se slučují s dalšími molekulami O_2 za vniku O_3. Ozonová vrstva se v atmosféře rozprostírá ve dvou vrstvách – spodní v troposféře, jež tvoří podstatnou část městského smogu a není zdraví prospěšná, a druhá, kupící se v tenké vrstvě ve stratosféře v rozmezí 15

– 50 km nad zemí. Podstatnou vlastností této ozónové vrstvy je schopnost odfiltrovat významnou část UV záření, například až 90 % UVB záření. Síla ozónové vrstvy se udává v Dobsonových jednotkách (DU). Jeden milimetr ozónové vrstvy odpovídá 100 DU. Tloušťka vrstvy se v průběhu roku mění a s tím se mění i její schopnost absorbovat UV záření. Na jaře a v létě, kdy je sluneční záření intenzivnější, je vrstva silnější, a naopak slabší na podzim a v zimě, kdy slunečního svitu ubývá. Podstatnou měrou se na zeslabení ozónové vrstvy podílí také průmyslové znečištění, zejména pak vlivem chlorfluoruhlovodíků, tzv. freonů. Vlastní molekulou, která rozkládá ozón, je ClO, jenž při interakci s O_3 vytváří molekulární kyslík a volný chlor, přičemž samotný chlor se reakcí nespotřebovává a reakce se tím cyklicky opakuje. Touto cestou dochází k zeslabení ozónové vrstvy, zejména pak na pólech, kde se vlivem chladu a malé pohyblivosti vzduchových mas hromadí oxidy chlóru, způsobující vznik ozónových děr (viz obrázek 2) [13, 16].

Obrázek 2: *Ukázka ozónové díry nad Antarktidou* [18]



2.2 Viditelné záření

Viditelné záření zahrnuje vlnové délky v rozmezí 400 – 750 nm a představuje asi 50 % dopadajícího slunečního záření. Viditelné světlo proniká hluboko do kůže, kde je absorbováno melaninem, riboflavinem, hemoglobinem a bilirubinem. Bylo zjištěno, že záření z viditelné oblasti přispívá k produkci radikálů a z tohoto hlediska může vyvolávat oxidační poškození biomolekul, jako jsou nukleové kyseliny či nenasycené mastné kyseliny [9, 13].

V medicíně se používá k léčbě novorozenecké žloutenky, dále ve fotodynamické terapii při diagnostice a léčbě nádorů. Své uplatnění má i v psychiatrii, kde je prostředkem ke zmírnění depresí [9, 13].

2.3 Infračervené záření

Infračervené záření (IR) zahrnuje vlnové délky 760 nm až 1 mm a tvoří asi 45 % slunečního světla, které dopadá na zemský povrch. IR záření vyvolává změny vibrací a rotací molekul, což se projevuje růstem teploty. Studie ukazují, že také může přispívat ke zvýšené produkci radikálů a zvyšovat biologické působení UV záření na kůži. Také má svůj podíl na předčasném stárnutí kůže [9, 13].

IR světlo se využívá k terapeutickým účelům jako je zlepšení hojení ran nebo zánětlivá onemocnění kůže či při fotodynamické terapii [9, 13].

3 ÚČINKY UV ZÁŘENÍ NA KŮŽI

Slunečním ozářením kůže dochází k řadě biologických efektů, které mohou být pro lidský organizmus prospěšné i škodlivé. Malé množství UVB záření je potřebné k syntéze vitaminu D, ale při větším množství slunečního záření dochází k poškození kůže. UV záření vyvolává na kůži dvojí druh účinků, a to účinky akutní a chronické [13, 16].

3.1 Akutní a subakutní změny kůže po UV ozáření

Ihned po vystavení kůže slunečnímu záření dochází k řadě účinků, mezi které patří solární erytém, pigmentace, fotodermatózy, fotoimunosuprese, zesílení rohové vrstvy kůže a syntéza vitaminu D. Tyto reakce závisí jednak na intenzitě a době expozice, na tloušťce kůže a její pigmentaci, ale i na klimatických podmínkách [9].

3.1.1 Solární erytém

Solární erytém je nejnápadnější akutní reakcí pokožky na UV ozáření, zejména u bělošské kůže. Závisí především na intenzitě slunečního záření, na délce expozice a kožním fototypu. Solární erytém je spojem s typickými projevy zánětu, jako je zarudnutí, přehřátí, napětí a bolest kůže. Vedle těchto projevů může být doprovázen bolestí hlavy, zimnicí, horečkou, zrychleným tepem. Většinou jde o popáleniny I. a II. stupně (viz tab. 1). Protože je možno ho velmi dobře zaznamenat, slouží erytém jako měřítko fotobiologických dějů v kůži. Minimální erytémová dávka (MED) je definována jako minimální jednorázová dávka UV záření, která vyvolá jasně ohraničený erytém na ozářené kůži. Udává se v energii na jednotku plochy $J.m^2$ [11, 13, 16].

Tabulka 1: *Dělení a charakteristika stupňů popálenin*

Stupeň	Nález	Hloubka postižení
I	Kůže je zarudlá, bez otoků, silně pálí, hojí se rychle v řádu dnů, nedochází ke vzniku jizev	Vrchní vrstvy pokožky
II	Kůže je zarudlá, otéká, vznik puchýřů vyplněných plazmou, silně bolestivé, hojí se několik týdnů, při nesprávném ošetření může dojít ke vzniku jizev	Pokožka a část škáry
III	Kůže je žlutobílá až hnědočerná, suchá a tvrdá (vyskytují se tzv. příškvary), necitlivá, nebolestivá (poškozena nervová zakončení), hojení je obtížné a zdlouhavé v řádu měsíců, hrozí komplikace otravou a sekundární infekcí, plastická operace	Pokožka, škára a podkožní vazivo
IV	Nekróza kůže, regenerace kůže je vyloučena, nutná plastická operace	Všechny vrstvy kůže, svaly a kosti

3.1.2 Pigmentace

UV záření způsobuje zvýšení pigmentace kůže. Na opálení (hnědnutí) pokožky se podílejí dva mechanizmy, časný a pozdní typ opálení, které se od sebe liší především rychlostí a délkou svých účinků. Oba procesy jsou ovlivněny genetickými dispozicemi. (podrobněji viz kapitola 4.1.2) [9, 13].

3.1.3 Fotodermatózy

Fotodermatózy jsou choroby, na jejichž vzniku se rozhodujícím způsobem podílí sluneční záření, zejména pak jeho UV část [11].

3.1.3.1 Primární idiopatické fotodermatózy

Primární fotodermatózy jsou zapříčiněny reakcí s fotosenzibilizujícími látkami, které mohou být exogenního (např. léky), nebo endogenního původu (např. genetické poruchy). Pokud vyvolávací látka není známa, mluvíme o idiopatické primární fotodermatóze [11, 19].

- **Polymorfní světelná erupce**

  Tato fotodermatóza postihuje především ženy ve středním věku již při prvních světelných paprscích. Na místech vystavených slunečnímu světlu dochází ke vzniku červených puchýřů doprovázených svěděním. Tyto příznaky odeznívají během ně-

kolika dní. Při opětovné expozici slunečnímu záření dochází k recidivě, avšak na konci letního období, kdy dojde k tzv. „otužení kůže“ se již tyto projevy nevyskytují [16, 19, 20].

- **Chronická aktinická dermatitida**

  Na místech vystavených světlu se vyskytuje silně svědivý erytém provázený zbytněním kůže, olupováním a zvýrazněním kožních záhybů, někdy s mokváním. Příčinou je fotosenzitivita již na velmi malé dávky UVA nebo UVB zářením, které prochází i oděvem [16, 20].

- **Solární kopřivka**

  Jedná se o vzácnou formu kopřivky, objevující se několik minut po expozici UVB, UVA, viditelným i infračerveným spektrem. Kopřivka je doprovázena svěděním. U těžších forem se mohou vyskytovat také bolesti hlavy a dechové obtíže. Po jedné až dvou hodinách tyto příznaky zpravidla vymizí [20].

- **Hydroa vacciniforme**

  Velmi vzácné idiopatické onemocnění projevující se červenými, několik milimetrů velkými papulemi přecházejících do puchýřků s obsahem krve především na obličeji a hřbetu rukou. Typicky po odloučení strupu zůstávají přítomny okrouhlé jizvičky. Nemoc se projevuje již v dětství a je doprovázena záněty spojivek, rohovky a poruchami zraku. Postižený se tedy musí chránit před UVA zářením, způsobujícím onemocnění, také nošením tmavých brýlí [20].

3.1.3.2 Primární fotodermatózy se známým fotosenzibilizátorem

Tato onemocnění jsou podmíněna fototoxickou či fotoalergickou reakcí. V případě těchto fotodermatóz je vyvolávací látka známa. Fototoxické reakce jsou běžné, vznikají bez latence téměř ihned po oslunění, jsou závislé na dávce záření a vlastnostech fotosenzibilizující látky. Fotoalergické reakce jsou vzácné, vznikají po určité době latence, jsou více polymorfní, připomínají spíše ekzém, šíří se i na neozářená místa a svědí [16, 20].

- **Fototoxická dermatitida**

  Relativně časté onemocnění vyvolané interakcí fotosenzibilizující látky a slunečního záření. Fotosenzibilizující účinky mají některé potraviny, léky a rostliny. Na osluněných místech vzniká zarudnutí, otok, puchýře až velké buly doprovázené pálením a palčivou bolestí. Na neosluněná místa se projevy nešíří [16, 19].

- **Berloque dermatitis**
  Pruhovité ohraničené pigmentace vzniklé na osluněných místech po aplikaci kosmetických látek s příměsí fotosenzibilizátorů. Více se vyskytuje u žen. Po vyblednutí projevů dochází často při nedostatečné fotoprotekci k obnovení hnědého zbarvení [20].
- **Phytophotodermatitis**
  Častá dermatitida vznikající v létě po oslunění a kontaktu s fotosenzibilizujícími látkami přítomnými v rostlinách. Projevuje se výsevem pruhovitých červených ploch s puchýři na místech kontaktu s rostlinou. Projevy pálí a bolí. Po zhojení někdy může zůstat výrazná hnědá pigmentace [19,20].
- **Fotoalergická dermatitida**
  Méně častá kožní imunologická reakce vznikající za účasti fotoalergenu a UV záření postihující hlavně dospělé. Projevuje se erytémovými ložisky připomínající svědivý ekzém [20].
- **Porfyrie**
  Jsou to vrozené nebo získané enzymové poruchy syntézy hemu, které jsou charakterizovány hromaděním porfyrinu nebo jejich prekurzorů v tkáních, plazmě nebo v erytrocytech. Protože jsou porfyriny významným fotodynamickým faktorem, jsou její kožní projevy podmíněny fotosenzitivitou [16].

3.1.3.3 Sekundární fotodermatózy

U sekundárních fotodermatóz vede působení UV záření ke zhoršení základního onemocnění [20].

- **Xeroderma pigmentosum**
  Vzácná genodermatóza s poruchou DNA vedoucí k fotosenzitivitě s časným vznikem kožních nádorů. Genetická porucha několika enzymů způsobující neschopnost obnovy DNA po vystavení UV záření [20].

3.1.4 Fotoimunosuprese

Sluneční záření, především jeho UV oblast ovlivňuje již při nízkých dávkách radiace imunitní systém. Součástí imunitního systému kůže jsou Langerhansovy buňky, které slouží jako hlavní antigen prezentující buňky, dále T-lymfocyty, keratinocyty, fibroblasty produkující cytokiny a endoteliální buňky. Po UV expozici je spuštěn proces, při němž dochází

k poškození DNA, izomerizaci urokanové kyseliny sloužící jako absorbent pro UVA a UVB záření, uvolňování zánětlivých a protizánětlivých cytokinů, histaminu a prostaglandinů, neuropeptidů a neurohormonů. Důsledkem těchto pochodů je pokles množství Langerhansových buněk v *epidermis* a jejich přesun do lymfatických uzlin. Kromě toho dochází k narušení schopnosti Langerhansových buněk prezentovat antigeny. Potlačení imunitních reakcí vede ke snížení rezistence vůči bakteriálním, virovým, parazitickým i fungálním infekcím, ale i k systémovým infekcím [16, 19, 20, 21].

Bylo zjištěno, že imunosuprese vyvolaná UVA a UVB pásmy, má odlišný průběh. Vliv UVB se projevil během 24 hodin, v případě UVA to bylo po 48 hodinách. Při současném působení obou pásem byly účinky patrné po 72 hodinách a byly mnohem intenzivnější než v případě samotného UVA nebo UVB záření. [9].

3.1.5 Zesílení rohové vrstvy kůže

Zesílení rohové vrstvy kůže neboli keratinizace je fyziologickou odpovědí na expozici UVA a zejména UVB záření, které stimulují mitotickou aktivitu v pokožce a škáře, což se projevuje zvýšenou syntézou DNA, RNA a proteinů. (podrobněji viz kapitola 4.1.3) [13, 16].

3.1.6 Syntéza vitaminu D

Vitamin D vzniká ze steroidních hormonálních prekurzorů (kalciferolů). V těle je přítomen ve dvou formách jako ergokalciferol a cholekalciferol. Odlišují se způsobem vzniku, ale mají v těle prakticky shodný metabolizmus. Ergokalciferol, označovaný jako vitamin D_2, je rostlinného původu a do lidského těla se dostává pouze potravou, jeho prekurzorem je ergosterol. Cholekalciferol, označovaný jako vitamin D_3, vzniká fotokonverzí ze 7-dehydrocholesterolu. V lidském organizmu se tvoří v kůži a při dostatečném slunečním záření je tato cesta zdrojem asi 90 % celkového množství vitaminu D v těle. Menší část vitaminu D_3 přijímáme i živočišnou potravou, je silně zastoupen v rybím tuku, mléce a játrech. K vytvoření potřebného množství vitaminu D (optimální sérová hladina je 80 $nmol.l^{-1}$) je plně dostačující vystavení obličeje a rukou slunečními světlu každý den po dobu cca 10 minut. Syntéza vitaminu D souvisí s UVB vlnovými délkami [22, 23].

3.2 Chronické změny kůže po UV ozáření

Dlouhodobá expozice slunečnímu záření vyvolává v organizmu řadu chronických změn, jejichž rozsah a intenzita jsou ovlivněny individuálními faktory. Vznik těchto chronických změn souvisí s opakovanými akutními změnami v kůži. Mezi nejzávažnější patří předčasné stárnutí kůže a fotokarcinogeneze [9].

3.2.1 Stárnutí kůže (photoaging)

Stárnutí kůže je přirozený fyziologický děj, ale stárnutí vyvolané působením slunečního záření není jen pouhým urychlením tohoto procesu. Pokožka, která nebyla vystavována slunečnímu světlu, je ve stáří hladká a bez výrazných skvrn. Je pouze ztenčená, méně elastická a s prohloubením ohybových rýh. Naproti tomu předčasné stárnutí se projevuje tvorbou vrásek, zažloutlou barvou, zdrsněním, vyschlostí, olupováním a nadměrnou pigmentací. Konečným důsledkem může být vznik aktinické keratózy, benigních útvarů, bazaliomu, spinaliomu a lentiginózního maligního melanomu [9, 16].

Předčasné stárnutí kůže postihuje všechny kožní vrstvy, ale nejvíce škáru. Histologickým projevem je tvorba a hromadění amorfní spleti elastických vláken právě v této vrstvě kůže. Kolagen ztrácí uspořádaný charakter a množství vláken se snižuje. Krevní cévy jsou rozšířené a mají abnormální vzhled. Ve škáře se také zvyšuje počet fibroblastů a zánětlivých buněk. Keratinocyty ztrácí polaritu a dochází ke změně jejich velikosti [16, 24, 25].

Molekulární podstatou předčasného stárnutí je produkce reaktivních forem kyslíku vlivem UV záření, které poškozují enzymové a neenzymové systémy antioxidační ochrany kůže. Reaktivní sloučeniny rovněž poškozují mitochondriální DNA, která má na rozdíl od jaderné omezenou možnost reparace. Tato poškození vedou postupně k narušování metabolických procesů v buňce, zejména schopnosti produkovat energii, a tak přispívají k předčasnému stárnutí. Také dochází ke změnám funkce keratinocytů a fibroblastů ve škáře [24,26].

UVB záření, které nemá takovou schopnost pronikat do kůže, se proto více podílí na změnách přímo v pokožce. Více prostupující UVA, viditelné a infračervené záření způsobují změny ve škáře, které primárně vedou k předčasnému stárnutí kůže [9, 16, 26].

3.2.2 Fotokarcinogeneze

3.2.2.1 Prekancerózy

Aktinická keratóza (*Keratoma senile***)** se řadí mezi prekancerózy. Tyto projevy jsou chronického původu a dlouhodobým drážděním se podněcuje tkáň k bujení. Aktinická keratóza se vyskytuje u starších lidí na místech vystavených slunečnímu záření a zevním vlivům (obličej, hřbet ruky), obvykle na kůži s degenerativními projevy. Jde o plochá, většinou od okolí ostře ohraničená šedavá šedohnědá až červená ložiska, drsného, suchého původu, někdy krytá hyperkeratotickými šupinami a stroupky z krve. Později vznikají na těchto ložiskách vlhnoucí, pak i krvácející eroze a může dojít k tvorbě vředů. Proces přechází v karcinom, nejčastěji spinocelulární [19, 20].

3.2.2.2 Kožní nádory

Bazaliom (*Carcinoma basocellulare*) je nejčastěji se vyskytující méně agresivní zhoubný nádor vycházející z bazálních buněk pokožky a terminálního folikulu, který místně infiltruje a destruuje tkáně, nemá tendenci k metastazování. Postihuje kůži starších lidí, která byla vystavovaná slunečnímu záření a s projevy senilní degradace. Vyskytuje se ve formě uzlovité, jizvící, ulcerózní, vegetující nebo sklerodermiformní [19, 20].

Spinaliom (*Carcinoma spinocellulare*) vychází z ostnité vrstvy pokožky. Vzniká buď primárně nebo častěji na bázi různých prekancerózních procesů. Postihuje hlavně světlu vystavené partie kůže s projevy senilní degradace u starších lidí. Obvykle má vzhled tuhé, lesklé papuly barvy normální kůže, která rychle roste a rozpadá se ve vřed s tuhými, zavalitými okraji. Může se podobat bradavicím nebo vzniklé útvary mohou být pokryty stupy a šupinami. Metastazuje do uzlin vyskytujících se v jeho blízkosti [19, 20].

Maligní melanom vzniká nekontrolovatelným růstem melanocytů (pigmentotvorných buněk pokožky). Může vyrůstat z předcházejících pigmentových projevů na kůži, z vrozených nebo získaných pigmentových znamének, ale často se objevuje i v předem nepostižené kůži. V těchto případech pak napodobuje pigmentový névus nebo pihu. Melanom je charakteristický svým nepravidelným okrajem a asymetrickým tvarem. Jeho barva je často velmi sytá, nápadná, přechází od světle hnědé po černou, celé ložisko bývá skvrnitě pigmentované. Melanom se může vytvořit na kdekoliv na kůži celého těla. Je to rychle rostoucí nádor, se sklonem k rozpadu, krvácení a metastazuje [19, 20, 27].

4 OCHRANA KŮŽE PŘED ÚČINKY UV ZÁŘENÍ

Faktory ovlivňující ochranu pokožky před účinky slunečního záření neboli fotoprotekci se dělí na přirozené a umělé. Do faktorů přirozené ochrany můžeme zahrnout kožní fototypy, tvorbu pigmentu, zesílení rohové vrstvy kůže a antioxidační systémy. Do faktorů umělé ochrany kůže zařazujeme ty nejběžnější a zároveň nejdůležitější, které je nutné neustále dodržovat. Je to stínění, ochrana kůže textiliemi a používání UV filtrů [9, 16].

4.1 Faktory přirozené ochrany kůže

Lidská kůže je vybavena komplexním ochranným systémem proti působení slunečního záření. Do této ochrany zahrnujeme syntézu pigmentu, zesílení rohové vrstvy kůže a antioxidační systémy. I když jsou tyto mechanizmy velmi účinné, může při intenzivní nebo opakované expozici dojít k jejich překonání. Během života dochází v těle k akumulaci molekul poškozených vlivem UV záření, což přispívá jak k předčasnému stárnutí pokožky, tak k možnosti vzniku rakoviny kůže [9].

4.1.1 Kožní fototyp

Lidská kůže vykazuje určité rasové odchylky projevující se zejména odlišnou barvou pokožky, která je mimo úroveň prokrvení a uměle vytvořených pigmentů určena především obsahem melaninu a jeho distribucí v kůži. Tato vlastnost kůže je výsledkem dlouhodobého fylogenetického vývoje a je každému jedinci geneticky dána. Fakultativní kožní barva je potom ztmavnutí kůže v odpovědi na UV ozáření. Anamnéza dovoluje každého jedince podle jeho reakce na sluneční ozáření, tedy tendence ke zrudnutí a schopnosti ztmavnout, rozdělit do tzv. kožních fototypů (viz tab. 2). Jejich určení je potřebné při volbě fotoprotektivních přípravků, na začátku fototerapie nebo fotochemoterapie. Má tak vztah i k odhadu rizika vzniku maligního melanomu nebo dalších kožních nádorů a k pravděpodobnosti výsevu fotodermatóz [13, 16, 28].

Tabulka 2: *Přehled kožních fototypů dle Fitzpatricka*

Fototyp	Charakteristika pleti	Označení	Reakce kůže na sluneční záření	Zarudnutí bez použití filtru
I	Velmi světlá pleť, pihy, blond nebo zrzavé vlasy, modré nebo zelené oči	Keltský typ	Velmi citlivá, vždy zrudne, spálí se a neopálí (nepigmentuje)	3–10 minut
II	Světlá pleť, pihy řídké, blond nebo temně blond vlasy, modré, šedé nebo zelené oči	Evropan se světlou pletí	Citlivá, opálí se pomalu, nejdříve zrudne a pak zhnědne	10–20 minut
III	Světle hnědá pleť, žádné pihy, tmavě blond nebo hnědé vlasy, šedé nebo hnědé oči	Evropan se světlou pletí	Je mírně citlivá, zřídka zrudne, opálí se snadno a rychle, opálení dlouho vydrží	20–30 minut
IV	Hnědá (olivová) pleť, tmavě hnědé nebo černé vlasy, tmavé oči	Středomořský typ	Není citlivá na slunce, opálí se rychle, opálení dlouho vydrží	35–40 minut
V	Hnědá	Arabové	Není citlivá na slunce, zřídka zrudne	60–90 minut
VI	Tmavě hnědá nebo černá	Černoši	Není citlivá na slunce	90–150 minut

4.1.2 Pigmentace kůže

Jednou z prvních reakcí, která nastává po vystavení kůže slunečnímu záření, je hnědnutí. Pokožka hnědne (opaluje se) dvěma různými mechanizmy. Prvním z nich je časné pigmentační ztmavnutí projevující se již během UV ozáření. Druhý mechanizmus je pozdní pigmentace, která se zpravidla projevuje po několika dnech a je trvalejší [9, 13].

4.1.2.1 Časné pigmentační ztmavnutí

Časné pigmentační ztmavnutí je rychlé ztmavnutí kůže, které začíná již během UV ozáření a je nejsilnější bezprostředně po něm. Je to výsledek přeměny melaninu již v kůži přítomného. Nápadné je zvláště ve výrazněji pigmentované kůži a má šedý odstín. Časné pigmentační ztmavnutí se objevuje po expozici UVA, UVB a viditelného světla. Po slabé expozici mizí za několik minut, po velkých dávkách může přetrvávat i několik dní a může dojít k prolínání s pozdní pigmentací. Dochází k oxidaci melaninu a redistribuci melanozomů. Ty se přemisťují z okolí jádra do periferie, do dendritů melanocytů. Jsou zde také změny

v rozmístění mikrofilamentů a mikrotubulů v melanocytech, které také mohou napomáhat rychlejšímu přesunu melanozomů do periferie. V keratinocytech se melanozomy shromažďují nad jádry. Nebyl prokázán významnější fotoprotektivní účinek proti erytému vyvolanému UVB zářením, to však nevylučuje ochranný efekt proti jiným účinkům UV záření. [13, 16].

4.1.2.2 Pozdní pigmentace

Pozdní pigmentace vyvolaná UVB expozicí je výsledkem zvýšené novotvorby melaninu v pokožce a je patrná asi za 72 hodin po expozici. Může přetrvat až osm týdnů. Následkem záření se zvyšuje tvorba melaninu v melanocytech, jeho transport z melanocytů do sousedních keratinocytů, množství a velikost dendritů a počet melanozomů. Nový pigment tak chrání kožní buňky až při následných expozicích. Opakované vystavení kůže UVB záření zvyšuje i počet melanocytů v pokožce [9, 16].

4.1.2.3 Syntéza melaninu v kůži

Melanin je nejdůležitějším faktorem, který se podílí na barvě kůže. Ta závisí na typu melaninu, charakteru melanozomů a způsobu, jak je melanin předáván keratinocytům. Dále je barva kůže ovlivněna přítomností karotenoidů a množstvím oxidovaného a redukovaného hemoglobinu. Melanin má ochrannou funkci proti působení UV záření, proto lidé trpící poruchou tvorby melaninu (např. albinismus), jsou velmi náchylní k poškození kůže slunečním zářením [29].

Melanocyty jsou buňky v pokožce, které tvoří melaninový pigment. Jsou přítomny v různém počtu v celém kožním systému. Melanocyty jsou rozloženy mezi keratinocyty základní neboli bazální vrstvy pokožky. Jsou to dendritické buňky, které předávají melaninový pigment shromážděný v melanozomech do keratinocytů. Barva kůže tedy závisí na aktivitě melanocytů, melanozomech a účinnosti transportu. Počet melanocytů v kůži se významně liší. Na obličeji je jejich počet nejvyšší a pohybuje se mezi 1100 – 1300 na mm^2. Počet melanocytů se zvyšuje v kůži dlouhodobě vystavené slunečnímu světlu, ale snižuje se s věkem [16, 29].

Na biochemických procesech tvorby melaninu se podílí enzym tyrozináza. Nejdůležitější aminokyselinou v produkci melaninu je tyrozin a hydroxyfenylalanin. V melanozomech se tyrozin mění na dihydroxyfenylalanin a poté je oxidován na dihydroxyfenylalaninchinon. Tyrozináza je enzym obsahující měď. Je nutný pro průběh reakce, dále hraje regulační roli

spolu s jinými enzymy a různými kofaktory, jako například ionty železa. Konečná reakce v produkci melaninu je známa jako Raperova-Massonova dráha. V lidské kůži se nacházejí tři typy pigmentu. Eumelanin má tmavohnědé až černé zbarvení a je nerozpustný. Naopak feomelanin je rozpustný v alkalickém prostředí a má žluté až červené zbarvení. Trichromy jsou intenzivně červené, ale velmi podobné feomelaninu. V kůži jde obvykle o směs těchto tří typů pigmentů, ale lidé s tmavší pletí mají více eumelaninu a naopak feomelanin převládá u lidí se světlejší pokožkou a blond nebo zrzavými vlasy [13, 16, 29].

4.1.3 Zesílení rohové vrstvy kůže

Vlivem působení UV záření, v tomto případě zejména jeho UVB složkou, dochází k zesílení rohové vrstvy kůže. Tyto změny jsou následkem urychlení syntézy DNA, RNA a bílkovin s mnohonásobným zvýšením mitotické aktivity keratinocytů. Zvýšená syntéza těchto molekul trvá i několik dní. Pokožka a škára se ztlušťují až čtyřnásobně, což přináší významný vzrůst fotoprotektivní schopnosti kůže [16].

4.1.4 Antioxidační systémy

Kožní buňky jsou vybaveny účinným systémem molekul, které regulují redoxní stavy. Tyto molekuly se nazývají antioxidanty. Slouží k ochraně molekul před oxidací v důsledku zvýšené produkce reaktivních kyslíkových nebo dusíkatých sloučenin. Také může sloužit k eliminaci dalších nebezpečných molekul produkovaných po expozici slunečnímu záření [9, 16].

4.2 Faktory umělé ochrany kůže

Vlastní protektivní kapacita kůže je omezená, proto je vyžadován aktivní přístup k užívání umělé ochrany před slunečním zářením [9].

4.2.1 Ochrana stíněním

Nejúčinnější způsob ochrany je nevystavovat kůži přímým slunečním paprskům. V letních měsících při jasné obloze dochází k nejvyšší UVB expozici během poledního období, proto je doporučováno omezit pobyt na slunci mezi 11. až 15. hodinou. Tato doba by měla být přísně dodržována především u malých dětí. Množství UVA záření se v průběhu dne příliš neliší, z toho důvodu je vhodné vyhledávat stín. Při oblačné obloze dopadá na zemský povrch značné množství UV záření, a proto je potřeba se chránit i v tomto počasí [9, 13].

4.2.2 Fotoprotekce textiliemi

Oděv je nejjednodušší způsob jak chránit organizmus před působením klimatických podmínek a současně před slunečním zářením. Oblečení s UV ochranou by měli používat hlavně děti, rizikové skupiny osob vykonávající profese na přímém slunci a fotosenzitivní jedinci. Pokrývka hlavy je důležitou součástí oděvu [13, 30, 31].

Materiály pro výrobu textilií vykazují různé schopnosti absorbovat UV záření. Zásadní pro ochranné vlastnosti tkaniny je složení vláken. Polyester má nejlepší schopnost pohlcovat záření, ale ve srovnání s ostatními materiály je nejvíce propustný pro UVA paprsky. To je nevyhovující pro jedince trpící fotodermatózami. Po polyesteru následuje vlna, hedvábí a nylon. Tyto tkaniny poskytují střední ochranu před UVB paprsky. Bavlna, len a umělé hedvábí vykazují nejslabší ochranu. Další rozhodující rolí tkaniny v její protektivní schopnosti je po zmíněném složení vlákna také pružnost. Elasticita vláken snižuje UV ochranu. Dále hraje roli tloušťka vlákna a použitá barva textilie. Tmavé barvy a jejich vyšší koncentrace v tkaninách zvyšuje ochranu, protože látka absorbuje více UV paprsků [9, 30, 31].

Běžné používání oděvů s UV ochranou není v České republice příliš rozšířené. První norma zabývající se oblečením s touto ochranou byla vydána v Austrálii a na Novém Zélandu. Tento dokument, Australian and New Zealand Standard AS/NZS 4399, definuje požadavky na měření a označení ochranného faktoru textilií, které jsou nošeny v těsné blízkosti kůže. Podle tohoto dokumentu jsou textilie děleny dle UPF (Ultraviolet Protection Factor) do tří kategorií (viz tab. 3) Oděv, který má poskytovat UV ochranu pro horní část těla musí zahalovat oblast od krku po kyčle, včetně ramen a tři čtvrtiny paží. U dolní části těla musí zakrývat oblast od pasu po kolena [9, 13].

Tabulka 3: *Rozdělení textilií dle UPF podle normy AS/NZS 439*

Kategorie ochrany	Rozmezí UPF	Označení
Vynikající	40–50, 50+	40, 45, 50, 50+
Velmi dobrá	29–39	25, 30, 35
Dobrá	15–24	15, 20

4.2.3 Sluneční brýle

Sluneční brýle jsou důležitou součástí celkové ochrany před UV zářením. Sluneční brýle by měly mít UVA i UVB filtr. Před UV zářením v celém rozsahu chrání brýle označené UV 400 [9].

4.2.4 UV filtry

Přípravky na ochranu proti slunečnímu záření jsou nejrozšířenějším způsobem, kterým se lze bránit aktinickému poškození kůže. Tyto látky snižují množství slunečního, zejména UV záření pronikajícího do pokožky. Přípravky obsahující UV filtry mohou mít podobu roztoků, gelů, olejů, krémů či sprejů. (podrobněji viz kapitola 5.1) [9, 13].

4.2.5 Zvýšení pigmentace kůže

Jak už bylo zmíněno v kapitole o faktorech přirozené ochrany kůže, hnědnutí pokožky je jednou z prvních obraných reakcí organizmu na sluneční záření. Proto aplikace pigmentu nebo stimulace tvorby melaninu v kůži před vystavením se slunci může posílit ochrannou schopnost kůže [9, 17].

Pigmentace pokožky může být dosaženo aplikací uměle připravených pigmentů, které odráží a absorbují UV světlo. Tyto látky poskytují ochranný faktor SPF (Sun Protection Factor) kolem 6. Po aplikaci na kůži pronikají syntetické melaniny hluboko do rohové vrstvy pokožky. Pro udržení hnědého zbarvení je potřeba aplikaci opakovat každé dva až tři dny, protože buňky tvořící rohovou vrstvu se neustále odlupují z kožního povrchu [9, 13, 17].

Hnědého zbarvení kůže může být dosaženo i použitím speciální kosmetiky, známé pod označením samoopalovací přípravky. Jejich primárním účelem je vytvořit opálený vzhled kůže nikoli však ochrana před slunečním zářením [9, 32].

4.2.6 Aplikace antioxidantů

Množství nežádoucích účinků slunečního záření, včetně poškození DNA, je spojeno s nadměrnou tvorbou reaktivních kyslíkových a dusíkových sloučenin. Použití antioxidantů, které neutralizují reaktivní sloučeniny, se jeví perspektivní jak z hlediska UV záření, tak z pohledu škodlivých účinků viditelných a infračervených vlnových délek [9, 16].

4.2.7 Reparační enzymy

Nejzávažnější důsledek způsobený UV zářením je poškození DNA, které představuje riziko karcinogeneze. Aplikace hydratačního krému s obsahem DNA reparačních enzymů výrazně potlačuje imunosupresi. Působení reparačních enzymů je velmi důležité pro jedince s vyšší citlivostí k rakovině kůže v důsledku působení slunečního záření [9, 16].

4.2.8 Fytochemikálie

Rostliny produkují vedle vitaminů další sekundární metabolity s antioxidační aktivitou. V oblasti fotoprotekce se používají čisté látky, jejich směsi či extrakty. Fotoprotektivní účinky přírodních látek zahrnují vedle přímé absorpce slunečních paprsků i přímou antioxidační aktivitu, nepřímou antioxidační aktivitu, modulaci imunosuprese, inhibici zánětlivé reakce a indikaci apoptózy. Na druhou stranu rostlinné složky mohou v dermatologických přípravcích vyvolat fototoxické nebo fotoalergické reakce v závislosti na jejich fyzikálně chemických vlastnostech, metabolizmu v kůži a individuálním polymorfizmu lidí [9, 16].

Největší ochranné účinky proti působení slunečního záření vykazují fenolové látky. Hlavní skupiny fenolových látek zahrnují fenolové kyseliny, flavonoidy, stilbeny a vysokomolekulární polyfenoly. Fenolové látky vykazují řadu biologických účinků prospěšných pro člověka. Jsou to účinky antimikrobiální, antialergické, antitrombotické, antioxidační, protizánětlivé, imunomodulační a protizánětlivé. Významnou fyzikálně chemickou charakteristikou fenolových látek je jejich schopnost absorbovat UV záření [9, 16].

5 PŘÍPRAVKY NA OPALOVÁNÍ

5.1 UV filtry

Fotoprotektivní dermatologické přípravky většinou obsahují více typů aktivních látek, aby bylo dosaženo maximální ochrany v celém UV spektru. Jednotlivé filtry se liší oblastí vlnových délek, které eliminují (viz tab. 4). Sloučeniny účinné v UVB a UVA oblasti poskytují tzv. širokospektrou ochranu. Kombinace látek také umožňuje použití nižších koncentrací jednotlivých sloučenin a tím snížení rizika nežádoucích reakcí. Podle mechanizmu působení rozlišujeme fyzikální a chemické UV filtry. Tyto látky můžeme označovat také jako sunscreeny. Jejich úkolem je chránit strukturu a funkci lidské kůže před aktinickým poškozením. Účinností UV přípravků na ochranu proti slunečnímu záření se zabývá Doporučení komise 2006/647/ES ze dne 22. září 2006 [9, 33, 34].

Tabulka 4: *Seznam UV filtrů povolených v Evropské unii*

IUPAC	INCI	Spektrum
4-aminobenzoová kyselina	PABA	UVB
N,N,N-Trimethyl-4-[(4,7,7-trimethyl-3-oxo-bicyklo[2.2.1]heptan-2-yliden)methyl]aniliniummethylsulfát	Camphor benzalkonium methosulfate	UVA
3,3,5-Trimethylcyclohexyl-salicylát	Homosalate	UVB
2-Hydroxy-4-methoxybenzofenon(2-benzoyl-5-methoxyfenol)	Oxybenzone	UVA UVB
2-Ethylohexyl-(2-kyan-3,3-difenylakrylát)	Octocrylene	UVB
2-Fenylbenzimidazol-5-sulfonová kyselina a její draselné, sodné a triethanolaminové soli	Ensulizole	UVB
Ethoxylovaný ethyl-4-aminobenzoát (Ethyl-4-[oligo(exyethylen)amino] benzoát)	PEG-25 PABA	UVB
2-Ethylhexyl-salicát (2-ethylhexyl-2-hydroxybenzoát)	Octisalate	UVB
Oktyl-3-(methoxyfenyl)propeonát	Octinoxate	UVB
Isopentyl-3-(4-methoxyfenyl)propeonát (Isopentyl-3-(4-methoxyfenyl)akrylát)	Isopentyl p-methoxycinnamate	UVB
1-(4-terc-Butylfenyl)-3-(4-methoxyfenyl)propan-1,3-dion	Avobenzone	UVA
3,3‘-(1,4-Fenylenedimethylen)bis(7,7-dimethyl-2-	Ecamsule	UVA

oxobicyklo-[2.2.1]heptan-1-methansulfonová kyselina a její soli		
2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)benzoát	Octyl dimethyl PABA	UVB
2-Hydroxy-4-methoxybenzofenon-5-sulfonová kyselina a její sodná sůl	Sulisobenzone sodium	UVB
4-[(4,7,7-Trimethyl-3-oxobicyklo[2.2.1]yliden)methyl]benzene-1-sulfonová kyselina a její soli	Benzylidene camphor sulfonic acid and salts	UVA
3-(4-Methylbenzyliden)-dl-kafr	Enzacamene	UVA
3-Benzylidenkafr(3-Benzyliden-1,7,7-trimethyl-bicyklo[2.2.1]heptan-2-on)	3-Benzylidene camphor	UVA
N,N,N-Trist[4-(2-ethylhexyloxy)fenyl]-1,3,5-triazin-2,4,6-triamin	Ethylhexyl triazone	UVA UVB
Poly(N-[2(4)-[(4,7,7-trimethyl-3-oxobicyklo[2.2.1]heptan-2-yliden)methyl]benzyl]akrylamid	Polyacrylamidomethyl benzilidene camphor	UVA
2,4-Bis[4-(2-ethylhexyloxy)-2-hydroxyfenyl]-6-(4-methoxyfenyl)-1,3,5-triazin	Anisotriazine	UVB
2,2‘-Methylenbis[6-(2H-benzotriazol—2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethyl-butyl)fenol]	Methylene bisbenzotriazolyl tetramethyl butyl phenol	UVB
Bis(2-ethylhexyl)-4,4‘-({6-[4-(N-tercbutylkarbamoyl)aniline]-1,3,5-triazin-2,4-diyl}diimino)dibenzoát	Diethylhexyl Butamido Triazine	UVB
Monosodná sůl 2,2‘-(1,4-fenylen)bis(1H-benzimidazol-4,6-disulfonové kyseliny	Bisymidazylate	UVB
2-(2H-Benzotriazol-2-yl)6-{[3-(1,1,1,3,5,5,5-heptamethyltrisiloxan-3-yl]-2methylpropyl}-4-methylfenol	Drometrizole trisiloxane	UVA UVB
Dimethikodiethylbenzal-malonát	Polysilicone-15	UVB
Hexyl-2-[4-(diethylamino)-2-hydroxybenzoyl] benzoát	Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate	UVA UVB
Oxid titaničitý		UVA UVB
Oxid zinečnatý		UVA UVB

5.1.1 Fyzikální UV filtry

Fyzikální UV filtry jsou nerozpustné anorganické látky a fungují jako UV blokátory. Nejpoužívanější z nich je TiO_2 a ZnO. Jako další se mezi blokátory zařazuje FeO, FeO_2 a Mg-SiO_2. Sluneční záření může být těmito látkami rozptylováno a odráženo. Tento proces závisí na velikosti částic, které odrážejí viditelné světlo a tak tvoří na kůži bělavou barvu. Z tohoto důvodu někdy představuje jejich použití v kosmetických produktech problém, především v závislosti na negativních ohlasech spotřebitele. Průhlednosti částic se dosahuje jejich zmenšením pod 100 nm. Tento postup však přináší obavy o bezpečnost uživatelů z hlediska penetrace nanočástic do kůže. Částice, které nejsou menší než 50 nm, do kůže nepronikají [33, 34, 35].

Nejnovější studie potvrzují nezávadnost TiO_2 a ZnO. Bylo dokázáno, že zmíněné nanočástice neprostupují hlouběji do kůže, tak aby bylo nutné se obávat následných zdravotních problémů. Hromadí se pouze v rohové vrstvě nebo v blízkosti vlasových folikulů [9].

5.1.2 Chemické UV filtry

Chemické UV filtry jsou organické látky, které mají schopnost pohlcovat UV záření. Jsou to tedy UV absorbéry. V závislosti na pohlcené energii dochází k přechodu elektronů ze základního energetického do excitovaného stavu. Tímto procesem dochází k vyzařování tepla a světla. Také může přijatou energii předat do vazebných struktur a způsobit tak změnu molekuly. Tato vlastnost může vést k negativním biologickým účinkům, které zahrnují alergické, fototoxické a fotoalergické reakce. V přípravcích určených pro ochranu proti slunečnímu záření se často používá kombinace fyzikálních a chemických UV filtrů. [33, 34, 35].

5.2 Zásady při opalování

5.2.1 Výběr SPF přípravku

SPF (Sun Protection Factor) představuje ochranu kůže před slunečním zářením a má schopnost oddálit vznik erytému. Je definován jako poměr energie potřebné k vyvolání minimálního erytému na kůži ošetřené UV filtrem ku množství energie potřebné k vyvolání minimálního erytému na kůži bez použití UV filtru u téhož jedince. Tedy udává násobek doby, po kterou může člověk zůstat na slunci, než se jeho kůže spálí. Postup stanovení SPF upravuje česká technická norma ČSN EN ISO 24444 (2010) Metody zkoušení

ochranného slunečního faktoru. Norma vychází z evropské legislativy, tj. norem vydávaných organizací COLIPA (Evropská asociace pro kosmetiku a parfumerii, The Europian Cosmetics Toiletry And Perfumery Association). Nejnižší přípustná hodnota SPF ochranného přípravku je 6. V březnu roku 2011 vydala organizace COLIPA novou směrnici pro stanovení ochranného faktoru proti působení UVA záření (UVA-PF) u přípravků určených k ochraně před slunečním zářením. Podle platné legislativy Evropské unie musí každý přípravek na ochranu proti slunečnímu záření zajistit ochranu proti UVA i UVB záření. Ochrana proti UVA záření musí představovat minimálně jednu třetinu hodnoty udávané pro ochranu vůči UVB záření [9, 13, 33, 34].

Pro správný výběr SPF ochranného přípravku je nutné znát fototyp kůže a také je vhodné si předem stanovit, jak dlouhou dobu se budeme zdržovat na slunci. Výši SPF přípravku určíme pomocí času v minutách strávených na slunci ku počtu minut, za které se nám na kůži objeví první známky erytému. To znamená, že k výpočtu potřebujeme znát i minimální erytémovou dávku pro naši kůži. (tj. dávka UV záření, která vyvolá na kůži vznik erytému). Z tohoto údaje vycházíme i při určení doby, kterou můžeme strávit na slunci s určitým typem SPF faktoru. K výsledné hodnotě se dostaneme vynásobením minimální erytémové dávky pro naši kůži a hodnoty SPF faktoru, který použijeme. Doporučené hodnoty ochranného slunečního faktoru SPF pro pobyt na slunci v tuzemsku a jižních zemích jsou uvedeny v tabulce 5 [9].

Tabulka 5: *Doporučená výše SPF dle fototypu*

	Doba ochrany	SPF pro tuzemsko	SPF pro jižní země
Fototyp I	3–10 min	Prvních 5 dní SPF 16 Následující dny SPF 12	Prvních 5 dní SPF 30 Následující dny SPF 20
Fototyp II	10–20 min	Prvních 5 dní SPF 12 Následující dny SPF 10	Prvních 5 dní SPF 20 Následující dny SPF 16
Fototyp III	20–30 min	Prvních 5 dní SPF 10 Následující dny SPF 6	Prvních 5 dní SPF 16 Následující dny SPF 10
Fototyp IV	30–40 min	Prvních 5 dní SPF 6 Následující dny SPF 4	Prvních 5 dní SPF 10 Následující dny SPF 6

5.2.2 Pobyt na slunci

Ochrana proti působení slunečního záření je důležitá pro každého člověka, zejména pak pro osoby fotosenzitivní a pro ty, jejichž kůže má nízký fototyp (I a II).

Následující přehled uvádí základní doporučení pro ochranu před účinky UV záření:

- Nejdůležitější je pokožku nikdy nespálit. Nadměrná a prudká expozice UV záření, znamená největší poškození kůže.
- Nechodit na přímé slunce mezi 11. a 15. hodinou. V tuto denní dobu dopadá na zemský povrch nejvíce UVB záření.
- Důležitou součástí fotoprotekce je nošení vhodného oblečení, nejlépe s označením ochranného faktoru textilií (UPF). V jiném případě by měl být zvolen materiál s hustou tkaninou, nejlépe tmavé barvy. Častou chybou je namáčení oděvu vodou, kdy dochází se zvýšení propustnosti látkou pro UV záření. Nezbytnou součástí ochranného oděvu je pokrývka hlavy a sluneční brýle a označením UV 400.
- Na pokožku, která není chráněná oděvem je nutno aplikovat opalovací přípravky poskytující ochranu proti UVA a UVB záření. Tyto přípravky použijeme 15 až 30 minut před sluneční expozicí. Podle kožního fototypu a délky pobytu na slunci vybereme vhodný ochranný faktor (SPF). Ve zmíněných případech zvolíme přípravek s vyšším SPF. Aplikaci je nutné opakovat každé dvě hodiny. Doporučované množství přípravku nanášeného na celé tělo je 2 $mg.cm^{-2}$, což je asi sedm čajových lžiček. Nejnáchylnějšími místy ke spálení jsou rty, okolí očí, nos, uši, krk, ramena. Zde by bylo vhodné použít SPF 30.
- Dodržování pitného režimu.
- V případě užívání léků nechodit na přímé slunce. Hrozí riziko vzniku fototoxické nebo fotoalergické reakce [9, 13, 33, 36, 37, 38].

Po pobytu na slunci použijeme přípravek po opalování, který slouží k regeneraci kůže. Důležité je také provádět samovyšetření kůže. Mezi možné příznaky počínajícího melanomu patří především různé změny charakteru znamének. Znaménko mění barvu, svědí, zvětšuje se, mění tvar, má nepravidelné okraje, zřetelně se vyvyšuje nad úroveň pokožky nebo se objeví zcela nové znaménko, u kterého pozorujeme tyto změny. Pokud u znaménka pozorujeme některý z výše uvedených projevů déle než tři měsíce, je nezbytné navštívit lékaře [17].

5.2.3 Přípravky po slunění

Přípravky po slunění napomáhají zotavení kůže po jejím vystavení slunečnímu záření. Slouží především ke zklidnění a regeneraci kůže, k obnovení vlhkosti a pružnosti. Pobytem na slunci dochází ke ztlušťování rohové vrstvy a tyto přípravky zmírňují tvorbu šupinek na pokožce. Nejpoužívanější účinnou látkou pro zmíněnou péči je D-panthenol. Mezi další látky obsažené v přípravcích po slunění patří i antioxidanty jako vitamin A a E, které potlačují následné fotochemické poškození kůže [9, 32, 38].

ZÁVĚR

Zdravá kůže je pro člověka velmi důležitá a proto je nezbytné ji chránit před negativními vlivy jako je sluneční záření. Avšak v současné době převládá trend opálené kůže, kdy lidé přehnaně vystavují svou pokožku slunečnímu záření, případně UV záření v soláriích. Taková expozice UV záření však může vést k negativním projevům na kůži ať už akutním nebo chronickým. Mezi akutní projevy patří solární erytém, pigmentace, fotodermatózy apod., které však po čase většinou vymizí. K chronickým projevům, které nastávají po opakované expozici a opakovaných akutních projevech, se řadí především karcinogeneze. Právě rakovina kůže je nejčastějším typem zhoubných nádorů a vysoký nárůst rakoviny kůže je úzce spjat s nadměrným sluněním. Z těchto, ale i dalších důvodů je třeba pokožku před účinky slunečního záření co nejvíce chránit. K tomu slouží jednak vlastní ochrana pokožky, spočívající v tvorbě melaninu, jednak ochrana umělá. K té se řadí zejména fotoprotekce stíněním, vhodnými textiliemi a UV filtry.

Z celkového hlediska je pobyt na slunci v omezené míře prospěšný, především díky syntéze vitaminu D. Avšak při delším či opakovaném pobytu na slunci je třeba pokožku chránit před UV zářením, které ji poškozuje a může vést k závažným zdravotním problémům.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] PŘIDALOVÁ, Miroslava a Jarmila RIEGEROVÁ. *Funkční anatomie*. první. Olomouc: Hanex, 2009. ISBN 978-80-7409-025-7.

[2] DOKLÁDAL, Milan - PÁČ, Libor. *Anatomie člověka III. Systém kožní, smyslový a nervový.* 2. nezměněné vyd. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2002. 285 s. ISBN 80-210-3027-5.

[3] MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka: pro humanitní obory*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008, 302 s. Psyché (Grada). ISBN 978-802-4715-216.

[4] ROZSÍVALOVÁ, Věra. *Kosmetika I pro studijní obor Kosmetička*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Informatorium, 2010, 139 s., [4] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-7333-080-4.

[5] DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011, 330 s. ISBN 978-808-7419-069.

[6] HORKÝ, Drahomír. *Mikroskopická anatomie*. 3., přeprac. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011, 203 s. ISBN 978-802-1055-506.

[7] Kožní soustava. *Echia.blog* [online]. 2012 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: http://echia.blog.cz/1206/kozni-soustav

[8] ZÁHEJSKÝ, Jiří. Bariérová funkce kůže z pohledu klinické praxe. *Dermatológia pre prax*. 2007, č. 3. Dostupné z: http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=2884

[9] RAJNOCHOVÁ SVOBODOVÁ, Alena. *Poškození kůže působením slunečního záření, možnosti ochrany a prevence*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 129 s. ISBN 978-80-244-3183-3.

[10] FUKÁTKO, Tomáš. *Detekce a měření různých druhů záření*. 1. vyd. Praha: BEN, 2007, 189 s. ISBN 978-80-7300-193-3.

[11] JIRÁSKOVÁ, Milena. *Dermatovenerologie: pro stomatology : učebnice pro lékařské fakulty*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2001, 268 s. ISBN 80-864-1907-X.

[12] FEŘTEKOVÁ, Vlasta. A KOLEKTIV. *Kosmetika v teorii a v praxi*. 3. rozšíř.vyd. Praha: MAXDORF, 2000, 336 s. ISBN 80-859-1219-8.

[13] ETTLER, Karel. *Fotoprotekce kůže: ochrana kůže před účinky ultrafialového záření*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2004, 133 s. ISBN 80-725-4463-2.

[14] ROZSÍVALOVÁ, Věra. *Kosmetika II: Pro 2. ročník oboru Kosmetička*. 1. vyd. Praha: INFORMATORIUM, 2001, 149 s. ISBN 80-860-7372-6.

[15] OSTROV, Ricki. *Péče o pleť*. Vyd. 1. Praha: Euromedia Group - Knižní klub, 2000, 112 s. Pro zdraví a krásu. ISBN 80-242-0250-6.

[16] MALINA, Lubor. *Fotodermatózy*. Praha: Maxdorf, 1999, 205 s. ISBN 80-859-1221-X.

[17] KRAJSOVÁ, Ivana. *Je opalování nebezpečné? Jsou pihy nebezpečné?*. Praha: Maxdorf, 1993, 57 s. MEDICA - Praktické rady lékaře, Sv. 2. ISBN 80-858-0003-9.

[18] World ozone day. *Reality of India* [online]. 2012 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: http://praveen-bhardwaj.blogspot.cz/2012/09/world-ozone-day.html

[19] JIRÁSKOVÁ, Milena. *Dermatovenerologie: učební texty pro bakaláře*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 223 s. Učební texty (Univerzita Karlova). ISBN 80-246-0636-4.

[20] ŠTORK, Jiří et al. *Dermatovenerologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2008. ISBN 978-807-2623-716.

[21] MALINA, Lubor. Urokanová kyselina a její role v pochodechfotoimunomodulace. *Časopis lékařů českých*. 2003, č. 3, s. 470-473.

[22] PALIČKA, Vladimír. Vitamin D a jeho role (nejen) v osteologii. *Interní medicína: pro praxi*. 2011, roč. 13, č. 10, s. 383-387. Dostupné z: http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/10/04.pdf

[23] Vitamin D a riziko vzniku kardiovaskulárních chorob a diabetu. *Interní medicína: pro praxi*. 2012, roč. 14, č. 4, s. 174-178. Dostupné z: http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/04/06.pdf

[24] SCHARFFETTER-KOCHANEK, K., P. BRENNEISEN, J. WENK, G. HERRMANN, W. MA a L. KUHR. Photoaging of the skin from phenotype to mechanisms. Experimental gerontology. 2000, roč. 3, č. 35, s. 307-316.

[25] CHUNG, Jin Ho a Hee Chul EUN. Angiogenesis in skin aging and photoaging. The Journal of Dermatology. 2007, vol. 34, issue 9, s. 593-600. DOI: 10.1111/j.1346-8138.2007.00341.x.

[26] HAMMELMANN, Iris. *Krásná a zdravá pleť*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 98 s. Zdraví. ISBN 80-247-1510-4.

[27] NASSER a NILTON. UVB - susceptibility in malignant melanoma. ANAIS BRASILEIROS DE DERMATOLOGIA. 2010, č. 85, s. 843-848.

[28] ANDREASSI, L, M. L. FLORI a P.. RUBEGNI. Sun and skin - Role of phototype and skin colour. RHEUMADERM: CURRENT ISSUES IN RHEUMATOLOGY AND DERMATOLOGY Book Series: ADVANCES IN EXPERIMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY. 1999, č. 455, s. 469-475.

[29] PIZINGER, Karel. *Kožní pigmentové projevy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 124 s. ISBN 80-247-0616-4.

[30] ETTLER, Karel. Ochrana kůže před účinky ultrafialového záření. In: *Www.lfhk.cuni.cz* [online]. 2001 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: http://www.lfhk.cuni.cz/dermat/verze_cz/sekce_fotobiologicka_abstrakta_01.htm

[31] MALBASA, C a E.D. BARON. Photoprotection with clothing and sunscreens. GIORNALE ITALIANO DI DERMATOLOGIA E VENEREOLOGIA. 2010, č. 145, s. 509-514.

[32] BOLZ, Elke. *Perfektní pleť: optimální péče, vhodné prostředky, pomoc při kožních problémech, krása a psychika*. Vyd. 1. Překlad Jarmila Doubravová. Praha: Knižní klub, 1996, 128 s. Pro krásu každé ženy. ISBN 80-859-4474-X.

[33] BAUMANN, L. *Cosmetic Dermatology: Principles and Practice.* New York: McGraw Hill Medical, 2009. 366 p. ISBN 978-0-07-149062-7.

[34] *Handbook of cosmetic science and technology*. 2nd ed. Editor Marc Paye, André O Barel. New York: Taylor, 2006, 1003 s. ISBN 15-744-4824-2.

[35] SALVADOR, A, CHISVERT, A. *Analysis of cosmetic products*. 1st ed. London: Elsevier, 2007, 487 p. ISBN 04-445-2260-3.

[36] AYDEMIR, Ertugrul H. Sunscreens. TURKDERM-ARCHIVES OF THE TURKISH DERMATOLOGY AND VENEROLOGY. 2009, č. 43, s. 7-11.

[37] MARSDEN, Kathryn. *Zdravá a krásná pleť: přírodní cesta k vnitřnímu zdraví a vnější kráse*. 1. vyd. Překlad Hana Catalanová. Praha: Exact Publishing, 1994, 204 s. ISBN 80-901-7940-1.

[38] JIRÁSKOVÁ, Milena a Lubor JIRÁSEK. Fotoprotekce. *Dermatológia pre prax*. 2008, č. 2, s. 81-86. Dostupné z: http://solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=3169&magazine_id=11

[39] LUBOR, Jirásek a Milena JIRÁSKOVÁ. Rizika opalování: Přestaňme je přehlížet. *Moje zdraví*. 2004, č. 6, s. 8-13.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UV	Ultrafialové záření
UVA1	Ultrafialové záření (340 – 400 nm)
UVA2	Ultrafialové záření (315 – 340 nm)
UVB	Ultrafialové záření (280 – 315 nm)
UVC	Ultrafialové světlo (100 – 280 nm)
VIS	Viditelné spektrum záření
IR	Infračervené záření
DU	Dobsonova jednotka
MED	Minimální erytémová dávka
DNA	Kyselina deoxyribonukleová
RNA	Kyselina ribonukleová
UPF	Ultraviolet protection factor
SPF	Sun protection factor

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Stavba kůže……..……...13

Obrázek 2 Ukázka ozónové díry nad Antarktidou…….……18

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Dělení a charakteristika stupňů popálenin……..……21

Tabulka 2 Přehled kožních fototypů dle Fitzpatricka…….....……28

Tabulka 3 Rozdělení textilií dle UPF podle normy AS/NZS 439……..…….32

Tabulka 4 Seznam UV filtrů povolených v Evropské unii……..……34

Tabulka 5 Doporučená výše SPF dle fototypu.....37