

# Kožní pigmentace a možnosti jejího ovlivnění

Markéta Horňáková

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta Horňáková**  
Osobní číslo: **T14279**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Kožní pigmentace a možnosti jejího ovlivnění**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na problematiku přirozené kožní pigmentace, její vznik, charakter a stimulanty. Klasifikujte kožní fototypy a poruchy pigmentace. Zaměřte se na kosmetickou a dermatologickou péči v této oblasti včetně prevence.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

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

**BAUMAN, L. Cosmetic Dermatology Principles and Practice. 2nd ed. US: The McGraw-Hill Companies, 2009.**

**DRAELOS, Z. D. Cosmetic Dermatology Products & Procedures. 1st ed. UK: Blackwell Publishing, 2010.**

**ALAM, M. et al. Cosmetic Dermatology for Skin of Color. US: The McGraw-Hill Companies, 2009.**

**HALDER, R. M. Dermatology and Dermatological Therapy of Pigmented Skins. US: Taylor & Francis Group, 2006.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.**

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

**3. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**19. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



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



doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: HORNÁKOVÁ MARKÉTA

Obor: TVTRD

## 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<sup>1)</sup>;
- 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<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> 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<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit 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 3.5.2014

Hornáková

<sup>1)</sup> 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 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 nahlédnutí 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.

<sup>2)</sup> 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, užíje-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).

<sup>3)</sup> 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 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 přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Kůže je chráněna před ultrafialovým zářením přirozeně – melaninovou pigmentací a uměle – aktivně či pasivně. Práce seznamuje s procesem tvorby melaninu – melanogenezí, včetně poruch a odchylek.

Rozebírá charakteristické rysy lidských ras v návaznosti na fototypy kůže. Znalost fototypu kůže u každého jedince patří mezi základní prvky prevence před ultrafialovým zářením, o kterém je pojednáno z hlediska účinku a ochrany.

Stimulace a potlačení pigmentace je zmíněno v rámci kosmetických metod.

Klíčová slova: pigmentace, melanin, fototyp, UV záření, UV filtry, kosmetika

## **ABSTRACT**

Skin is naturally protected against ultraviolet radiation by melanin pigment. Artificial protection is either active or passive. This bachelor thesis introduces the melanin production process called melanogenesis, including disorders and deviations.

The thesis also focuses on characteristics of human races in connection with skin phototypes. The knowledge of the skin phototype of each individual is one of the basic elements of prevention against ultraviolet radiation, which is discussed in terms of effect and protection.

Stimulation and suppression of pigmentation is mentioned in cosmetic methods.

Keywords: pigmentation, melanin, phototype, UV radiation, UV filters, cosmetics

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí Ing. Janě Pavlačkové Ph.D. za projevenou vstřícnost, trpělivost, odborné rady a podněty pro zpracování bakalářské práce.

Děkuji také celé mé rodině za podporu, kterou mi dala během mého studia a při zpracování bakalářské práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 PŘIROZENÁ PIGMENTACE</b> .....	<b>10</b>
1.1 MELANOGENEZE .....	10
1.1.1 Melanin .....	10
1.1.2 Melanocyty.....	10
1.1.3 Proces melanogeneze .....	11
1.2 LIDSKÉ RASY .....	11
1.2.1 Negroidní neboli ekvatoriální rasa .....	12
1.2.2 Mongoloidní rasa .....	12
1.2.3 Europoidní rasa .....	13
1.3 KOŽNÍ FOTOTYPY .....	13
1.4 PORUCHY PIGMENTACE KŮŽE.....	15
1.4.1 Hypopigmentace, depigmentace .....	16
1.4.2 Hyperpigmentace .....	18
<b>2 INTERAKCE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ S KŮŽÍ</b> .....	<b>21</b>
2.1 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ .....	21
2.2 ÚČINKY ULTRAFIALOVÉHO ZÁŘENÍ NA KŮŽI .....	24
2.2.1 Radičně podmíněný zánět .....	24
2.2.2 Problematika pigmentace .....	24
2.2.3 Imunologické změny .....	26
2.2.4 Hyperplazie kůže.....	26
2.2.5 Syntéza vitamínu D .....	26
2.2.6 Stárnutí kůže.....	26
2.2.7 Fotokarcinogeneze .....	27
<b>3 OCHRANA PŘED ULTRAFIALOVÝM ZÁŘENÍM</b> .....	<b>28</b>
3.1 PŘIROZENÁ OCHRANA .....	28
3.2 UMĚLÁ OCHRANA.....	29
3.2.1 Aktivní ochrana .....	29
3.2.2 Pasivní ochrana .....	30
<b>4 STIMULACE A POTLAČENÍ PIGMENTACE KŮŽE</b> .....	<b>35</b>
4.1 SAMOOPALOVACÍ KRÉMY .....	35
4.2 SOLÁRIUM.....	36
4.3 BĚLÍCÍ PŘÍPRAVKY .....	37
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>41</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>43</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>46</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>47</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>48</b>



## ÚVOD

Kůže, na první pohled tenká vrstvička, tvořící povrch našeho těla, se může zdát oproti jiným orgánům méně významná. Jedná se však o největší a jeden z nejdůležitějších orgánů lidského těla. Odděluje naše nitro od vnějšího prostředí, ale na druhou stranu nás naopak s okolním světem spojuje. Díky kůži můžeme vnímat vše, co se nachází v její blízkosti. Zprostředkovává doteky, bolest, chlad a teplo. Všechny tyto vlivy se mohou odrazit na jejím stavu.

Kůže může lidi spojovat, ale zároveň také rozdělovat a to především díky její barvě. Může být světlá, hnědá až černá. Pro někoho je projevem identity, národní sounáležitosti a vlastenecké hrdosti. Pro jiného naopak znamená příťaž, která s sebou přináší během života různá omezení a bezpráví.

Rozdílnost nemusí vycházet pouze z barvy celého těla, může se jednat o odlišnosti kůže více či méně patrné. Na kůži některých jedinců se mohou objevovat abnormality, skvrny či pihy, které mohou být důsledkem nadměrné nebo naopak nedostatečné tvorby kožního barviva melaninu melanocyty. Postižená kůže je více náchylná k různým pro ni škodlivým faktorům vnějšího prostředí. O takovou kůži je možné pečovat nebo ji chránit speciálně vyvinutými přípravky, ke kterým můžeme zařadit opalovací krémy, ochranný oděv, slunečníky a podobně. Při nedostatečné nebo nesprávně zvolené péči o kůži, tedy používání již zmíněných ochranných prostředků, by mohlo dojít k rozvoji poškození, které by v konečném důsledku mohlo přejít až k rakovině kůže.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PŘIROZENÁ PIGMENTACE

## 1.1 Melanogeneze

Jedná se o složitý proces, ve kterém dochází ke vzniku melaninu. Na barvě kůže se podílí typ melaninu, charakter melanozomů a způsobu, jakým je melanin předáván keratinocytům. To však není vše, co barvu ovlivňuje. Dále sem můžeme zařadit přítomnost karotenoidů a množství oxidovaného a redukováného hemoglobinu [1, s. 15].

### 1.1.1 Melanin

Po chemické stránce se jedná o heteropolymerní pigment, který v kůži zajišťuje ochrannou funkci vůči působení ultrafialového (UV) záření a nachází se v melanocytech. Melanin patří k faktorům přirozené fotoprotekce, která je popsána v podkapitole 3.1. Je známo, že lidé, kteří trpí nedostatkem melaninu, jsou náchylnější k poškození kůže slunečním zářením. Porucha je označována jako albinismus a lidem s touto poruchou se říká albíni. Další porucha, která se projevuje bílými skvrnami, je *vitiligo*. Naopak tmavší kůže je relativně odolnější [1, s. 15], [2, s. 40].

Barva kůže je charakteristická pro jednotlivé lidské rasy, ta však není dána počtem melanocytů, jak by se mohlo zdát, ale naopak množstvím melaninu v melanocytech. Tyto rozdíly byly využity pro charakteristiku jednotlivých fototypů [2, s. 40], popsáných v podkapitole 1.3.

### 1.1.2 Melanocyty

Melanin je produkován v organelách melanocytů, melanozomech [2, s. 40]. Melanocyty jsou buňky nacházející se v *epidermis*, kde jsou rozloženy mezi keratinocyty bazální vrstvy *epidermis*. Je zajímavé, že poměr keratinocytů a melanocytů je velmi rozdílný. Na jeden melanocyt připadá kolem 30 keratinocytů. Hlavní úlohou těchto buněk je předání melaninového pigmentu keratinocytům [1, s. 15]. Keratinocyty jsou buňky, které prochází různými přeměnami, souhrnně nazývané keratinizace, a zároveň se posunují směrem ke *stratum corneum*, kde dochází k jejich uvolňování [3, s. 1].

### 1.1.3 Proces melanogeneze

Důležitou roli při tvorbě melaninu má aktivita enzymu tyrozinázy, obsahující měď, a přítomnost aminokyseliny tyrozinu nebo hydroxyfenylalaninu. Uvedený enzym je nezbytný pro první dva kroky tvorby melaninu, ve kterých dochází k přeměně tyrozinu na dihydroxyfenylalanin (DOPA), a poté k oxidaci na DOPA-chinon [1, s. 16], [2, s. 40].

V jednom ze stupňů biosyntézy dochází k cyklizaci a vzniká leukodopachrom, jeho oxidací pak dopachrom. Dekarboxylace vede pak k vzniku 5,6-dihydroxyindolu, v menší míře též 5,6-dihydroxyinol-2-karboxylové kyseliny. Výsledkem je 5,6-indolchinon a ten následně vytváří polymerát při opakované kondenzaci v pozicích 3- a 7-. Konečným produktem je tyrozin-melaninový komplex eumelanin, který je tmavší [2, s. 40].

Ve druhém stupni dochází ke vzniku feomelaninu a trichromu, ty vznikají připojením glutathionu a cysteinu k DOPA-chinonu [1, s. 16].

Díky tomuto stupňovitému mechanismu nalezneme v kůži tři typy pigmentu [1, s. 16]:

- eumelanin – tmavohnědý až černý, nerozpustný, zodpovídá za tmavou barvu vlasů,
- feomelanin – červený, žlutý, obsahující síru, rozpustný v alkalických roztocích, vyskytuje se u světlých a zrzavých vlasů,
- trichrom – intenzivně červený, bohatý na síru, také u světlých a zrzavých vlasů.

V kůži však nenacházíme pouze jeden typ, většinou je zde kombinace všech tří typů pigmentu. Jen u tmavší pleti je více eumelaninu [1, s. 17].

## 1.2 Lidské rasy

Na základě podobnosti biologických znaků, mezi které řadíme i pigmentaci kůže, můžeme lidskou populaci rozdělit do tří základních skupin neboli tří základních ras. Každá z těchto ras se vyznačuje určitými znaky, které budou popsány v následujících subkapitolách. Mezi základní lidské rasy (plemena) patří europoidní, mongoloidní a negroidní rasa. Kromě těchto základních, máme ještě další, ty které jsou přechodné a smíšené. Sem patří například Drávidové, Turkové, Etiopové. Tyto jednotlivé skupiny vznikaly dlouhodobým vývojem v rozdílných přírodních oblastech. Smíšené a přechodné rasy jsou typické pro oblast Severní Ameriky, tady to jsou mestici, mulati, zambové a jiné [4, s. 63].

Europoidní rasa je jinak označovaná také jako bílá a patří sem lidé žijící v celé Evropě, severní Africe a jihozápadní a jižní Asii. Mongoloidní rasa je označovaná také jako žlutá

a zahrnuje populaci žijící ve zbytku Asie a Ameriky. Negroidní rasa se nachází v subsaharské Africe (také v Austrálii a Oceánii) [4, s. 63].

Základním klasifikačním znakem lidských ras je barva kůže. Barva v podstatě závisí na množství kožního barviva – pigmentu. Tímto pigmentem je melanin, jedná se o žluto-hnědá zrníčka pigmentu, která se hromadí ve vrstvě kůže a tvoří zde ochranou clonu kryjící vnitřní orgány před slunečním zářením a jinými vnějšími vlivy. Čím více je těchto zrníček, tím je kůže tmavší. Na celkovém odstínu barvy pleti se podílí jednak pigmentové barvivo, ale také i žlučové barvivo, které se do kůže dostává krví. U černochů je toto barvivo trvalou součástí kůže, u bělochů je tomu jen zřídka, projeví se nejčastěji až při některých žlučových chorobách [5, s. 36–37].

Rozdíl v barvě kůže mezi rasami není způsoben rozdílným počtem melanocytů, ale tím, že melanocyty produkují více melaninu. Množství melanocytů se může měnit pouze tehdy, jestliže je kůže dlouhodobě vystavena světlu. Jeho množství klesá s věkem [1, s. 16].

V kůži černochů a bělochů se rozložení melanozomů v keratinocytech liší. Keratinocyty u černochů mohou obsahovat až 400 melanozomů, zatímco u bělochů jen 100 [1, s. 17].

### **1.2.1 Negroidní neboli ekvatoriální rasa**

Negroidní neboli ekvatoriální rasa se nazývá též černá nebo rovníková, protože je ze všech ras nejtmaší. Označení černá však může být zavádějící, protože pigment, který ovlivňuje barvu kůže. Je hnědý a zbarvení může být tudíž světle hnědé až tmavě hnědé [5, s. 59–61].

Mezi časté znaky této rasy se uvádí tmavé zbarvení kůže, které je způsobeno zvýšeným obsahem melaninu v kůži, dále široký plochý nos, plné masité rty a tmavé, často také kudrnaté vlasy [6, s. 56].

### **1.2.2 Mongoloidní rasa**

Této rase se jinak říká i žlutohnědá nebo asijsko-americká rasa, protože jejími příslušníky jsou též Indiáni, původní obyvatelé obou Amerik. Mezi její typické znaky patří světlá, bronzová pleť s nažloutlým nebo žlutohnědým odstínem, střední výška postavy a rovné, tvrdé, velmi tmavé vlasy (žíhané). U mužů i žen většinou chybí tělní ochlupení, muži mají jen řídké vousy. Obličej je spíše větší než menší. Typické jsou šikmé oči, které jsou způsobeny tzv. epikantusem. Jedná se o zdvojení kůže na horním víčku oka.

### 1.2.3 Europoidní rasa

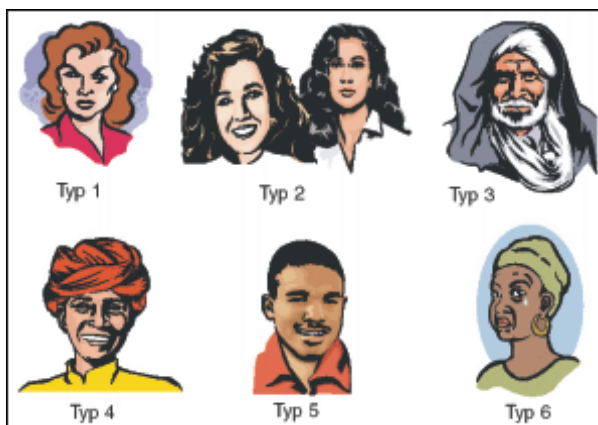
Jedná se o bílou rasu, kdy mezi hlavní společné znaky patří velmi variabilní tvar hlavy, dále poměrně velký a výrazný nos. Tělesná výška je také velmi variabilní. Barva pleti se pohybuje od velmi světlé až bílé po tmavě hnědou u Romů. Barva očí a vlasů je rovněž velmi variabilní, kdy zpravidla u světlých typů jsou nejčastěji oči modré, šedé, modrozelené, u tmavých typů se barva pohybuje v různých odstínech hnědé [5, s. 61–64].

## 1.3 Kožní fototypy

Na našem těle se nachází přirozené ochranné faktory kůže, kterými jsou například ochlupení, tloušťka rohové vrstvy, obsah kožních barviv (melaninu, karotenů) a schopnost buněk se samospravovat. S ohledem na tyto přirozené faktory kůže byly stanoveny tzv. fototypy kůže, které slouží k lepší orientaci v dané problematice [7, s. 105]. Finsterlová [7, s. 105–106] uvádí následující rozdělení fototypů:

- fototyp 0 – světlé vlasy, kůže je bez barviva – albinismus, tento člověk se vždy spálí a nikdy neopálí,
- fototyp I – vlasy rezavé, barva kůže mléčná, vždy se spálí a nikdy neopálí,
- fototyp II – vlasy blond, světlá kůže, vždy se spálí, nepatrně se opálí,
- fototyp III – vlasy světle hnědé, světle hnědá kůže, občas se spálí a opálení má světle hnědou barvu,
- fototyp IV – vlasy jsou hnědé, barva kůže tmavá, vzácně se spálí, tmavě se opálí,
- fototyp V – vlasy jsou tmavě hnědé, barva kůže hnědá, výjimečně se spálí, opálí se velmi tmavě,
- fototyp VI – vlasy i kůže jsou černé, nikdy se nespálí, opálení je černé.

Na Obr. 1 můžeme pozorovat spojení barvy kůže a kožních fototypů, kdy příkladem může být fototyp 5, který má černou pleť. Tato pleť se spálí opravdu jen zřídka a to díky většímu množství melaninu. Současně můžeme také říct, že patří mezi negroidní rasu, u které jsou typické plné rty a husté kudrnaté černé vlasy. Dále můžeme konstatovat, že fototyp 1 až 4 představuje bílou rasu, tedy evropskou, fototyp 5 smíšenou a fototyp 6 černou rasu.



Obr. 1. Fototypy kůže a lidské rasy [8]

Rozsivalová a Knoblochová [9, s. 22] uvádí dělení podle reakce kůže na UV záření:

- F1 – kůže vždy zarudne, nikdy nezhnědne,
- F2 – kůže vždy zarudne, hnědne pihami,
- F3 – kůže vždy zarudne, vždy zhnědne,
- F4 – kůže nikdy nezarudne, hned hnědne.

Jako výstižnější bývá označováno první, podrobnější rozdělení fototypů, ve kterém je lépe patrné, do které skupiny daná osoba patří, protože se zde nachází více identifikačních bodů pro konkrétní zařazení.

Blechová a Suchý [10, s. 13] uvádí, že ve středoevropské populaci, podle druhého rozdělení, je nejčastější fototyp 3 (cca 60 %) a fototyp 2 (cca 25 %). U lidí s fototypy 1, 2 se jedná o geneticky podmíněnou sníženou kapacitu biologických pochodů fotoprotekce, proto se u nich zvyšuje nebezpečí nepříznivých účinků slunečního záření.

## 1.4 Poruchy pigmentace kůže

Barva kůže jako taková je ovlivněna přítomností a kombinací melaninu, oxyhemoglobinu a karotenu. Největší vliv na ni má však pigment melanin a to buď jeho zmnožením (hyperpigmentace), nebo jeho úbytkem, až vymizením (hypopigmentace, depigmentace). Změny kůže ukládáním jiných pigmentů zmiňovaných výše se označují jako dyschromie [11, s. 142].

Možnosti terapie poruch melaninové pigmentace se odvíjí od spouštěcího faktoru a také ve které fázi tvorby a distribuce melaninu došlo k odchylce [12, s. 183].

Úplně k první poruše může dojít již v neuroektodermové liště, kdy vznikají melanoblasty, které se pak v embryonálním vývoji přeměňují v premelanocyty. Jestliže je nedostatek melanoblastů nebo se dále nediferencují v melanocyty, dochází k nedostatku melanocytů. Melanocyty se pak v 10. fetálním týdnu dostávají do *dermis* a vlasových folikulů, v 11. týdnu se objevují v *epidermis*. Porucha mitotického dělení v melanocytech může být tedy příčinou jejich nedostatku nebo destrukce [12, s. 183].

Tvorba melaninového pigmentu je dále ovlivněna ještě dalšími 4 základními procesy, kterými jsou: tvorba melanocytu v melanocytech, melanizace melanozomů v melanocytech, přenos melanozomů z melanocytů do keratinocytů a transport melanozomů keratinocytu a jejich následné odbourání [12, s. 183–184].

Pokud se ještě vrátíme k lidským rasám, které jsou popsány v kapitole 1.2, tak u negroidní rasy jsou melanozomy větší a jsou v keratinocytech jednotlivé, kdežto u bílé rasy jsou v tzv. melanozomových komplexech [12, s. 184].



### 1.4.1 Hypopigmentace, depigmentace

Poruchy pigmentace mohou být způsobeny jakýmkoliv poškozením článku melanogeneze. Je důležité zde respektovat rozdělení těchto poruch na vrozené a získané, jak ukazuje Tab. 1. U většiny vrozených poruch je znám typ dědičnosti a u získaných je již známá velká část spouštěcích faktorů. Toto vše má velký význam jak pro prevenci, tak i pro terapii. Přesto i dnes nejsou v některých případech známy přesné příčiny. Příkladem může být *vitiligo*, u kterého zůstávají příčiny značnou měrou neobjasněny, protože se zde pravděpodobně jedná o složitou kombinaci vyvolávajících faktorů [12, s. 191–192].

#### Albinismus

Jedná se o vzácnou dědičnou poruchu, která je způsobena neschopností melanocytů tvořit melanin [13, s. 45]. Albinismus patří mezi hypopigmentace vrozené [11, s. 142].

Příčinou může být buď defekt aktivity enzymu tyrosinázy, která je zodpovědná za syntézu melaninu anebo neschopnost melanocytů přijímat tyrosin. Albinismus má více forem. Nejznámější je totální, neboli okulokutánní albinismus [13, s. 45]. Vyznačuje se bílými vlasy, růžově průsvitnou kůží a červenými duhovkami. Počet melanocytů v kůži je normální. Nemocní jedinci trpí fotofobií, nystagmem a poruchou fotoprotekce, tedy přirozenou ochranou kůže, která je popsána v podkapitole 3.1 [11, s. 143]. Dalším typem, méně se vyskytujícím, je parciální albinismus (*piebaldismus*). Tato porucha se projevuje ohraničenými skvrnami na kůži a někdy pruhem bílých vlasů. Oči postižených jedinců jsou normální [13, s. 45]. U této formy v depigmentované kůži chybí melanocyty. Terapeuticky je nutná důsledná ochrana před slunečním zářením a fotokarcinogenezí [11, s. 143].

#### *Vitiligo*

*Vitiligo* patří mezi získané idiopatické poruchy pigmentace [11, s. 143]. Je to relativně vzácné kožní onemocnění, ale pro postiženého se může stát velkou přítěží, protože pokud je tato forma výraznější, tak hlavně u tmavých typů pleti vypadají bílé skvrny jako chorobná vyrážka [14, s. 150–151].

Tato porucha se hlavně projevuje světlými skvrnami různých velikostí na pokožce, někdy tyto skvrny mohou mít výrazně pigmentované okraje. *Vitiligo* pravděpodobně souvisí s poruchou imunitního systému. Vědci se domnívají, že se jedná o autoimunitní onemocnění, při kterém obrana těla, tedy imunitní systém, napadá sama své vlastní tkáň,

v tomto případě kožní buňky, které produkují melanin. Zde se může říct, že více náchylní mohou být lidé, kteří trpí poruchou štítné žlázy [14, s. 151].

Bohužel neexistuje léčba příčin, pouze je zde jen možná léčba již vzniklých skvrn, při kterých dochází alespoň částečně k obnově kožního pigmentu a to pomocí speciálních fototerapií nebo fotochemoterapií [14, s. 151]. Mezi fotochemoterapie patří například použití psoralenů, nevýhodou však je její zdlouhavost. Při podávání psoralenů *per os* dochází k repigmentaci rychleji, nejdříve však po několika týdnech. Jsou zde však i různé komplikace, kam patří třeba žaludeční potíže, nespavost, erytémy. Psoraleny jsou látky získané z rostlin *Psoralea corylifolia* a *Ammi majus* [12, s. 194–195]. Bílá místa lze také kosmeticky zakrýt použitím make-upu. Důležité je bílé skvrny dobře chránit před slunečním zářením, protože kůže bez pigmentu ztratila přirozenou ochranu a je zde velké riziko vzniku slunečního úžehu [14, s. 151].

#### Leukodermata

Vznikají běžně jako projevy různých nemocí či poruch. Jedná se o přechodné depigmentace v místě odhojení. Mohou se objevit např. u lupénky, druhého stadia *sypilis* někdy i ekzému, *lichem ruber*, *erythematodes*, sarkoidózy. Také se v některých případech objevují po kryoterapii, spálení nebo po působení některých chemických látek [11, s. 144]. Jejich odstraňování je většinou závislé na léčbě základní choroby. Množství hypopigmentací po chemikáliích výrazně narůstá s množstvím používaných chemických činidel. Některé mohou způsobit na kůži lidí či pokusných zvířatech depigmentaci podobající se klinicky vitiligu. Ve slabších koncentracích se tyto látky mohou objevit v kosmetických komerčně dostupných přípravcích, které jsou používány k bělení hyperpigmentací [12, s. 196–197].

Z chemikálií je nejdůležitější látkou fenol a jeho deriváty. Při přímém kontaktu s kůží tyto látky způsobují depigmentaci, která je klinicky podobná vitiligu. Fenolové deriváty se mohou objevit např. v pryžových oděvech, motorových olejích, některých dezinfekčních prostředcích a mnoha dalších látkách. Při dlouhodobé expozici může dojít až k poruše melanogeneze. Běžně k této poruše dochází také při použití kosmetických bělicích přípravků používaných při hyperpigmentaci, obsahujících monobenzylether hydrochinonu. Terapeuticky se k léčbě těchto poruch osvědčilo použití kortikosteroidů lokálně i celkově. Krémy s monobenzyletherem hydrochinonu se už u nás nevyrábí [12, s. 197–198].

Tab. 1. Přehled melaninových hypopigmentací [12]

Hypopigmentace				
Vrozené	Získané			
albinismus Heřmanského-Pudlákův syndrom	pozánětlivá a infekční onemocnění	nádory	traumata	zásah chemikáliemi
Chédiakův-Higashiho syndrom	ekzém <i>psoriáza</i>	maligní melanom	jizvy rentgenové a radioaktivní	fenol a jeho deriváty
Grossův-McKusickův- Breenův syndrom	<i>erytematodes</i> <i>lichen planus</i> <i>sypphilis</i>		záření chronická ischémie	peroxid vodíku arzenik
<i>vitiligo</i> piebaldismus	<i>sarkoidóza</i>		jizvy	
Waardeburgův syndrom	<i>herpes zoster</i> tuberkulóza			
<i>nevus</i> <i>depigmentosus</i>	lepra			
Tietzův syndrom				

#### 1.4.2 Hyperpigmentace

Jedná se o stavy, které jsou spojeny se zmnožením melaninu [11, s. 144]. Nadměrné množství melaninu může být buď uloženo v *epidermis*, kůže je pak hnědší než normálně, nebo v *dermis*, kdy pak kůže vykazuje šedý až modrý odstín. Podle příčiny podobně jako u hypopigmentací i hyperpigmentace dělíme na vrozené a získané (viz Tab. 2) [12, s. 186].

##### *Ephelides* (pihy)

Pihy jsou světle hnědé, drobné skvrnky na obličeji, horních končetinách a na zádech [9, s. 127]. Je to jedna z nejčastějších dědičných poruch pigmentace. Mezi nejvíce postižené jedince patří světlolhasé typy, maximum se vyskytuje u ryšavých s modrými očima. Nejvýraznější jsou v období, kdy je tělo nejvíce vystaveno slunci. Potom se na těle tvoří kruhové nebo oválně ohraničené hnědé skvrny. V zimě jsou světlejší, na jaře a v létě výraznější [12, s. 187].

Příčinou vzniku je vrozená změna struktury melanocytů. Takto porušené melanocyty pak vlivem UV záření rychleji a intenzivněji vytvářejí pigment. Proto zatím nejúčinnější je prevence, tedy ochrana před sluncem v jarních a letních měsících. Odstraňování pih je stále

velmi rizikové. Mezi používané bělicí látky z přírodních šťáv patří ty, které obsahují vitamin C neboli kyselinu askorbovou. Tato látka má však omezený účinek. Dále jsou i bělicí roztoky nebo masti obsahující peroxid vodíku nebo těžké kovy (Hg, Bi). Také tu však není tížený efekt, navíc může docházet, při pravidelném používání, k riziku vstřebávání těžkých kovů do organismu (především do ledvin). Mnohem účinnější jsou slupovací metody, kdy chemicky nebo působením nízkých teplot kryodeskvamací dosáhneme zanícení *epidermis* a odloučení, takže dojde k odstranění i nežádoucích hnědých skvrn. Z chemikálií používaných u slupovací metody patří 20–30% roztok fenolu v éteru. Na místě aplikace dochází okamžitě ke vzniku erytému a otoku. Asi po týdnu se *epidermis* odloučí a kůže se hojí bez pih. Je však důležité si uvědomit, že fenol a jeho deriváty mohou se strukturou tyrozinu velmi výrazně zasahovat do melanogeneze, proto není vhodné opakovat aplikaci fenolového peelingu více jak dvakrát. Velmi efektivní je kryodeskvamace, kdy se nejčastěji používá oxid uhličitý. Zde je vhodná kombinace s acetonem jako tzv. acetonová kaše CO<sub>2</sub>. Předností tohoto způsobu je, že CO<sub>2</sub> a aceton, jsou bez rizika toxického působení [12, s. 187–188].

### *Chloasma*

Porucha, která je jinak nazývána jako jaterní či těhotenské skvrny. Jedná se o velké světlé i tmavé skvrny, postihující asymetricky spánky, čelo a tváře [9, s. 128].

Fyziologicky se objevují v těhotenství, ale někdy mohou přetrvávat i několik let po porodu. Mohou se však projevit například i u užívání hormonální antikoncepce, která stimuluje tvorbu melanocytů. Skvrny jsou v létě účinkem UV záření výraznější, v zimě se ztrácejí nebo jsou jen méně výrazné. Postupně jich však přibývá. K vybělení jsou používány bělicí krémy nebo roztoky s obsahem Hg a Bi, podobně jako u *ephelides*. Ani jedna z radikálních slupovacích metod zde není vhodná, lze jimi dosáhnout jen částečného úspěchu. Zbylé pigmentace se po takovém zákroku stávají více výrazné a hlavně jsou dlouho rezistentní na všechny pokusy o jejich vybělení [11, s. 145], [12, s. 189–191].

### Pozánětlivé hyperpigmentace

Vznikají často sekundárně po impetigu, herpes simplexu, chronickém ekzému a jiných dermatózách. Bývají komplikací kryoterapie [11, s. 145].

Dále mezi hyperpigmentace patří například *poikiloderma*, kdy se jedná o reakci kůže na nejružnější podněty, příkladem může být reakce na rtg záření, fotokontaktní reakce. Tato

porucha je charakterizována retikulárními hyperpigmentacemi, dále atrofií kůže a teleangiektázemi. Dyschromie jsou změny barvy kůže spojené s jiným barvivem než melaninem. Příkladem může být žlutooranžové zbarvení kůže při nadměrném příjmu karotenu [11, s. 145].

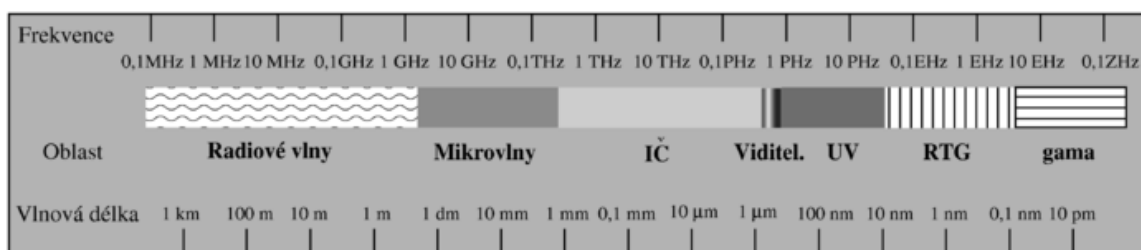
Tab. 2. Přehled melaninových hyperpigmentací [12]

Hyperpigmentace					
Vrozené	Získané				
<i>melanosis periorbitalis</i> <i>ephelides</i> <i>naevus spilus</i>	fyzikální a chemický původ	endokrinní vlivy	součást nemoci	součást nádorové nemoci	po zánětech
<i>incontinentia pigmenti</i> Fanconiho syndrom Albrightův syndrom <i>naevus Ota</i> mongolská skvrna	UV záření ionizující radiace traumata fotosezibilizační látky psoraleny aj. furokumariny léky	poruchy nebo nádory hypofýzy a nadledvin terapie kortikosteroidy těhotenství hormonální antikoncepce	jaterní léze	maligní tumory maligní melanom	<i>lichen ruber planus</i> <i>psoriasis vulgaris</i> <i>sclerodermia dermatomyositis erythematodes</i>

## 2 INTERAKCE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ S KŮŽÍ

### 2.1 Sluneční záření

Nejrozšířenějším zdrojem světla je Slunce. Záření, které dopadá na povrch Země je filtrováno při průchodu atmosférou. Na lidskou kůži dopadá tedy jen část záření [15, s. 82]. Sluneční záření je tvořeno kontinuálním spektrem elektromagnetického vlnění a skládá se ze záření: gama, rentgenového, UV, viditelného (VIS) a infračerveného (IR) záření [13, s. 17], [8, s. 104]. Uvedené dělení elektromagnetického záření a příslušné vlnové délky jednotlivých částí ukazuje Obr. 2. Na kůži dopadá UV, viditelné a IR záření [15, s. 82].



Obr. 2. Spektrum elektromagnetického záření [16]

Sluneční záření má pro nás jak pozitivní, tak i negativní účinky. Mezi ty pozitivní patří to, že nám dodává tepelnou energii, je nedílnou součástí fotosyntézy rostlin a tím dochází k obnově kyslíku v atmosféře, dále je sluneční záření nutné k vidění a syntéze biologicky aktivní formy vitamínu D (viz podkapitola 2.2.5) a také kladně působí na lidskou psychiku [13, s. 17].

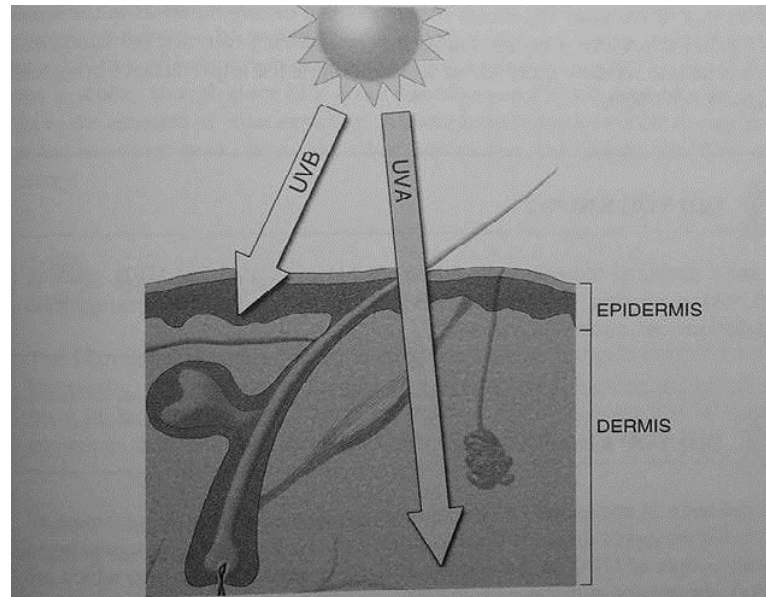
Vedle všech těchto pozitiv jsou zde i negativní účinky, které se projevují hlavně na kůži a očích, protože tyto části lidského těla jsou slunečnímu záření vystaveny přímo. Po dlouhou dobu bylo toto škodlivé působení dáváno za vinu jen UV záření. Výsledky studií ale ukazují, že i VIS a IR oblast má negativní biologické účinky, ale ty však nejsou tak detailně popsány [13, s. 17]. Infračervené záření můžeme dělit do tří pásem: blízké, střední a vzdálené pásmo. Pokud bychom se dívali na tyto pásma z pohledu energií, tak nejvyšší energii má blízké pásmo. Z toho vyplývá, že do kůže proniká nejhluběji. Po průniku dochází k vazodilataci a to se následně projeví tepelným erytémem. Větší intenzity IR záření ovlivňují i tepelnou bilanci, kdy se to jako první projeví drážděním tepelných receptorů a později i drážděním kožních receptorů. Následkem toho se objeví erytém a může dojít i k popálení nejen kůže. Vlivem IR záření může být poškozeno i oko. Jsou

známy případy tzv. žárovkové katarakty neboli šedý zákal čočky. Jedná se o profesní nemoc a to hlavně u foukačů skla, slévačů a tavičů [17, s. 165].

Viditelná oblast záření je na jedné straně nezbytně důležitá pro fotosyntézu a pro biologické pochody našeho těla, vlivem střídání dne a noci je například ovlivňována tělesná teplota, krevní tlak, či spánek, ale na druhé straně jsou známy i negativní účinky na člověka. Krátkovlnné složky (modrá a fialová oblast) mohou vyvolat fotochemické účinky, které se následně projeví na kůži, tedy hlavně u citlivějších jedinců, vznikem fotodermatóz. Červená oblast se svými účinky přibližuje IR záření a může vést k tepelnému efektu a vzniku přehřátí [17, s. 166].

Z hlediska zdraví je pro naši kůži nejzásadnější právě UV záření. Toto záření tvoří jen 1 % slunečního záření a i tak má největší dopad na naši pokožku. Jeho množství kolísá během dne, ročního období, ale i podle nadmořské výšky a prachu v ovzduší. Člověku by se na první pohled mohlo zdát, že má toto záření jen negativní vlivy, ale není tomu tak. Díky němu se nám v kůži tvoří vitamin D, a to z provitaminu, který je v kůži přítomen. Spektrum UV záření se dělí na tři zóny, kdy hodnoty rozptylů těchto záření se téměř v každé literatuře liší, protože se jedná jen o intervaly [9, s. 21]:

- zóna A – UVA záření, které je označováno jako pigmentotvorné, jeho vlnová délka je od 320 do 400 nm, v porovnání s UVB proniká toto záření hlouběji do kůže, tedy až do pojivové tkáně (viz Obr. 3),
- zóna B – UVB záření díky kterému vznikají erytémy, tedy zarudnutí kůže, vlnovou délku má od 290 do 320 nm,
- zóna C – UVC záření je dezinfekční, ale na zemský povrch se téměř nedostane, pohlcuje ho atmosféra, tedy toto záření je pro nás neškodné, vlnová délka se pohybuje od 100 do 320 nm.



Obr. 3. Průnik UVA a UVB [18]

Nepříznivé účinky tohoto záření můžeme dělit na akutní a chronické. Akutní zánět se projevuje zarudnutím a puchýřky, bolestí, otokem a zvýšenou teplotou. Chronické poškození, tedy dlouhodobé, urychluje stárnutí kůže a podílí se i na vzniku rakoviny kůže [9, s. 21], [19].

Předpokladem toho, aby mohlo dojít k nějakému biologickému účinku je absorpce energie. To je jeden ze základních zákonů fotobiologie. Tento zákon je nazýván Grothus-Graperův. Celý tento proces je založen na tom, že energie je v tkáni absorbována chemickou látkou, která je nazývána chromofor. Chromofor je však schopen pohlit záření jen o určité vlnové délce, to je charakterizováno tzv. absorpčním spektrem [20, s. 19]. Absorpční spektrum vzniká při průchodu a rozkladu záření spektrálním zařízením [17, s. 163]. Atomy této látky se nachází v základním stavu, po absorpci energie přechází do excitovaného stavu. Od těchto fotochemických dějů se potom odvíjí veškeré fotobiologické děje [20, s. 19].

Když záření dopadne na kůži, část je vrácena zpět, tato část je souhrnně nazývána remittance. Remittance je definována jako souhrnný podíl dopadajícího záření, který je vrácen zpět z kůže. Zahrnuje všechno záření rozptýlené (scattering) zpět a reflektanci, což je jen část záření, která se odrazí od kožního povrchu. Dále je část absorbována různými vrstvami (absorpce) a část proniká hlouběji k následujícím vrstvám buněk (transmise), dokud není energie dopadajícího paprsku zcela pohlcena [20, s. 19], [15, s. 82].



## 2.2 Účinky ultrafialového záření na kůži

Fotobiologické odpovědi kůže jsou částečně určeny průnikem a absorpcí vlnových délek, na které jsou citlivé živé buňky. Zvláštní pozornost musí být věnována UV záření o vlnových délkách kratších než 320 nm, které účinně vyvolává řadu odpovědí [20, s. 20].

Záření v oblasti UV vyvolává na kůži dvojí druh účinku, časný a pozdní. K prvním lze zařadit radiačně podmíněný zánět, opálení, imunologické změny, hyperplazii a syntézu vitamínu D. K pozdním se pak počítá stárnutí kůže a fotokancerogeneze [2, s. 36].

### 2.2.1 Radiačně podmíněný zánět

Při absorpci UV záření bílkovinami a deoxyribonukleovou kyselinou (DNA) kůže dochází ke vzniku molekulárního a buněčného poškození, kdy toto je poté spojeno s poruchou tkáňových funkcí a zánětem [2, s. 36]. Zánětlivý erytém je nejnápadnější akutní kožní odpovědí na UV záření u bílé populace a je spojen s jinými klasickými známkami zánětu, jako je zvýšená teplota, bolest a otok [20, s. 22]. K těmto změnám dochází řádově v průběhu několika hodin, nejvýše dnů [2, s. 36].

Ke vzniku erytému dochází, když objem krve v povrchových a hlubokých pleteních koria se zvýší v průměru o 38 % nad normální úroveň. Toto se dá vcelku dobře zaznamenávat, a proto jsou erytémy dobrým měřítkem fotobiologických dějů v kůži. Například je zde tzv. minimální erytemová dávka (Minimal Erythema Dose – MED), která je definována jako minimální jednotlivá dávka UV záření, která vyvolá jasně ohraničený erytém na ozářené kůži [20, s. 22–23], [21, s. 165].

### 2.2.2 Problematika pigmentace

Ultrafialové záření způsobuje zvýšení pigmentace kůže. Tvorba pigmentu je již popsána v kapitole 1z pohledu dějů, které probíhají v kůži. Naopak v této kapitole jsou zmíněny viditelné pigmentační změny na pokožce.

U geneticky disponovaných jedinců k tomu dochází ve dvou rozdílných fázích [20, s. 30]. Pigmentace je obranná reakce organismu, vzniká i při zčervenání a dochází k ní díky novotvoření melaninu v pigmentových buňkách kůže. Vytvořený pigment chrání organismus před průchodem UV záření do hlubších vrstev kůže [21, s. 164]. Z tohoto vyplývá, že opalování je do jisté míry věcí prevence, toto by si lidé měli uvědomovat a měli by se bezpečně vystavovat slunečnímu záření.

Mezi fáze pigmentace řadíme časné pigmentační ztmavnutí (Immediate Pigment Darkening – IPD) a pozdní pigmentaci (Delayed Pigment Darkening – DPD).

#### Časné pigmentační ztmavnutí

Časné pigmentační ztmavnutí znamená rychlé ztmavnutí kůže, které začíná během působení UV ozáření a je maximální bezprostředně po něm. Jedná se o přeměnu melaninu, který je v kůži přítomen. Je nápadný hlavně ve výrazně pigmentované kůži a má šedý odstín. Objevuje se po expozici UVB, UVA a VIS světla [20, s. 31]. Tato pigmentace je krátkodobá a projevuje se už méně než po minutě expozice záření [2, s. 37]. Časné pigmentační ztmavnutí po slabé expozici mizí již po několika minutách. Po delších dávkách se může stát, že se smísí s pozdní pigmentací. Celý tento proces je spojen s oxidací melaninu a redistribucí, neboli rozdělením melanosomů. Ty se pak přemísťují z prostředí jádra do okolí, tedy do dendritů melanocytů. Dochází zde také ke změnám v rozmístění mikrofilamentů a mikrotubulů v melanocytech. Předpokládá se, že ty mohou pomáhat při rychlejším přesunu melanosomů do periferie [20, s. 31]. Tento typ opálení významněji nebrání pozdějšímu vzniku zánětlivého erytému, i když melaninové čepičky nad jádry epidermálních buněk do jisté míry chrání citlivější intracelulární struktury [2, s. 37].

#### Pozdní pigmentace

Pozdní pigmentace je vyvolána UVB expozicí a je výsledkem zvýšené novotvorby epidermálního melaninu. Patrná je asi až za 72 hodin. Aby mohlo docházet k DPD, musí být vytvořen nový melanin v melanocytech, dále musí být transportován do keratinocytů. To je spojeno se zvětšováním a měněním se tvaru, následně také stoupá enzymová aktivita melanocytů a v činnosti se uvádí klidové melanocyty [20, s. 31]. Pigmentace také může vyvolat tvorbu malých pih, zvláště u světlých jedinců, při jednotlivé expozici 6 až 10 násobku MED může UVB způsobit až velké pigmentové skvrny (sun burn freckles) [20, s. 33].

### 2.2.3 Imunologické změny

Všechny tři typy UV záření vyvolávají na kůži i při nízkých dávkách radiace poškození Langerhansových buněk a ovlivňují jejich funkce [2, s. 37]. Tyto buňky s největší pravděpodobností slouží ke zprostředkovávání reakce spojené s odvržením transplantátu a s alergickými reakcemi *epidermis*. Jsou velmi citlivé na UV záření [22, s. 635].

Místo Langerhansových buněk se pak vytváří jiné buňky kůže, které se prezentují jako antigeny. Ty pak dále cirkulují antigen- specifické supresorové T-lymfocyty, tím se mění proces prezentace antigenů a zvyšuje se tím míra imunosuprese [2, s. 37].

### 2.2.4 Hyperplazie kůže

Hyperplastické změny mohou trvat i několik měsíců a dochází k nim běžně po UVB radiaci, ne však po UVA ozáření, kdy dochází ke zmnožení. Tyto změny jsou způsobeny urychlenou syntézou DNA, ribonukleové kyseliny (RNA) a bílkovin s mnohonásobným zvýšením mitotické aktivity keratinocytů, nastávající po jejím krátkodobém snížení [2, s. 38].

### 2.2.5 Syntéza vitamínu D

Kůže je po jaterní tkáni nejvýznamnějším místem tvorby cholesterolu [2, s. 38]. Na začátku stojí provitamin D<sub>3</sub> (7-dehydrocholesterol), který se musí přeměnit do aktivní formy vitamínu D a to účinkem UV zářením a cholekalciferol. Tento vytvořený vitamin se váže na transportní nosiče a je přenesen do jater, kde nastává jeho primární oxidace. Hlavním fyziologickým zdrojem vitamínu D<sub>2</sub> a D<sub>3</sub> jsou ryby, vejce, plnotučné mléko, játra, máslo [23, s. 56], [24, s. 181]. Předpokladem resorpce je přítomnost žlučových kyselin a intaktní střevní sliznice [23, s. 56].

### 2.2.6 Stárnutí kůže

Stárnutí kůže je součástí obecně biologického procesu. Jedná se o komplexní proces, kdy dochází jak k funkčním, tak i elastickým změnám. Toto pak můžeme rozdělit do dvou základních procesů – vnitřní neboli naprogramované a photoaging. Vnitřní stárnutí zahrnuje především funkční změny. Tyto změny jsou nevyhnutelně spojeny s přirozeným genetickým vývojem v průběhu času [25, s. 1]. Kůže je přímo vystavena nepříznivým vlivům, mezi které patří i UV záření a je jasné, že jsou změny patrné nejdříve právě na ní.

Tedy je jedním z hlavních úkolů kosmetiky v rámci možností tento proces eliminovat [12, s. 57].

Základní příčinou je chronická, mnohdy mnoholetá nadměrná expozice slunečnímu nebo umělému UV záření. Mezi disponované osoby patří jedinci se světlou kůží, která je snadno spalitelná a také osoby, které pracují převážně venku, například zemědělci, námořníci a podobně. Mezi běžné příznaky patří povrchové vrásky, snížená kožní elasticita, mnohočetná solární lentiga, neboli *lentigo solaris*, a také může docházet k rozšíření drobných kožních cévek. K dalším projevům řadíme i nažloutlou kůži. U závažnějších aktinických poškození může dojít k jejímu zhrubění, někdy i částečnému zbytnění, provázané vznikem výraznějších kožních rýh, tj. hlubších vrásek, dále se také mohou objevit nápadně velké komedony [26, s. 63–64].

Je zajímavé, že u velmi starých lidí, kteří mají kolem 90 let, a současně se vyhýbali celý život slunění, je kůže hladká, skvrnitá a vykazuje jen ztenčení, ztrátu elasticity a prohloubení normálních ohybových rýh. Toto všechno patří mezi projevy normálního stárnutí. Kdežto u padesátníka, který má fototyp I a celý život se vystavoval slunci, se jeho kůže vyznačuje velkým množstvím vrásek, nažloutlou barvou, suchostí a dokonce se na ní vyskytují různé novotvary [15, s. 87]. Je tedy patrné, že stárnutí je přirozený proces, který se děje i bez vystavování se slunci, ale působení UV záření na kůži projevy stárnutí výrazně zrychluje a prohlubuje.

V kůži samotné dochází k poškození DNA, vyvolávaného opětovnou expozicí slunci a i umělým UV zářičům. Každý typ UV záření poškozuje jinou část kůže. Na poškození *epidermis* se převážně podílí UVB, *dermis* pak UVB i UVA. Na povrchu se stárnutí projevuje vznikem vrásek, suchou a zhrubělou kůží, teleangiektáziemi, žloutnutím, skvrnitou hyperpigmentací a postupným ochabováním turgoru, případně vznikem komedonů. Mikroskopicky pak například elastoidózou [2, s. 38].

### 2.2.7 Fotokarcinogeneze

Dochází k ní patrně díky změnám DNA spočívajícím v chybné opravě jejího zářením způsobeného poškození, společně s poruchou imunitního systému [2, s. 38–39].

Je zarážející, že již 90 % kožních nádorů vzniká na místech, která jsou vystavena slunečnímu záření, a více u lidí, kteří pracují ve venkovním prostředí. Pokud zde budeme chtít zmínit lidské rasy, tak za rizikovou skupinu lze označit bílou rasu [15, s. 88].

### 3 OCHRANA PŘED ULTRAFIALOVÝM ZÁŘENÍM

Kůže je chráněna dvěma mechanismy a to přirozenou ochranou, která vyplývá z různých biologických aspektů kůže a z umělé ochrany, která se dále dělí na aktivní a pasivní.

#### 3.1 Přirozená ochrana

Mezi základní obranné mechanismy lidské kůže patří několik faktorů. Z těch pak asi největší význam má tloušťka rohové vrstvy a melaninová pigmentace [20, s. 67]. S přirozenou fotoprotekcí úzce souvisí znalost vlastního fototypu kůže (viz podkapitola 1.3).

##### Keratinizace

Keratinizace je proces, ve kterém dochází k mitotickému dělení keratinocytů. Tyto buňky pak dále prochází všemi vrstvami *epidermis* až k jejímu povrchu. Buňky při tomto procesu postupně diferencují a zároveň prochází degenerativním procesem, kdy finální buňkou je korneocyt, což už je zrohovatělá buňka. Zde je nejdůležitější to, že v keratinocytech se hromadí melanin, a to hlavně v cytoplazmě nad buněčným jádrem. O kůži můžeme v uvozovkách říct, že se jedná o holokrinní žlázu, jejímž sekretem je právě keratin a melanin [3, s. 1].

##### Melaninová pigmentace

U bělochů a žlutého plemene dochází postupně k fragmentaci melanozomů. Tyto melanozomy jsou pak přítomny v *epidermis* a poté absorbují UV záření a zároveň oslabují záření rozptylem. Melanin rovněž působí jako lapač volných radikálů, který vzniká při průchodu UV záření do kůže [20, s. 67].

##### Karotenoidní pigment

Karotenoidní pigment se nachází v podkožní tukové tkáni. Tento pigment se dále nachází jak v *dermis*, tak i v *epidermis* a působí jako stabilizátor a lapač různých forem reaktivního kyslíku, který vzniká působením UV záření [20, s. 67–68]. Mezi karotenoidní pigment patří  $\beta$ -karoten [15, s. 91].

Superoxidativní dismutáza, glutation-peroxidáza, glutation-reduktáza

Superoxidativní dismutáza (SOD), glutation peroxidáza a glutation reduktáza se nachází v *epidermis*. Uvedené látky působí jako selektivní deaktivční systém pro reaktivní formy kyslíku. Tím pak chrání lipoproteiny buněčných membrán před peroxidačními reakcemi [20, s. 68].

Excisní opravná kapacita

Jedná se o systém, který opravuje poškozenou DNA po UV záření [20, s. 68].

Kyselina urokánová

Kyselina urokánová je deaminovaný produkt histidinu. Jedná se o látku, která je akumulována v kůži při expozici UV záření. Po ozáření UV v rozmezí vlnových délek 290–320 nm dochází k izomerii. Bylo zjištěno, že *cis*-izomer kyseliny urokánové má imunopresivní účinek, a to hlavně při dějích, během kterých dochází ke kontaktní přecitlivělosti, což může hrát důležitou roli při fotokarcinogenezi [20, s. 68–69].

## 3.2 Umělá ochrana

Kromě přirozené ochrany kůže, která není závislá na vůli člověka a která se vyvíjí v kůži sama již od narození, rozlišujeme také i ochranu umělou, která je charakterizována v následujících subkapitolách. U tohoto typu ochrany naopak záleží na tom, zda je člověk ochoten ji používat.

### 3.2.1 Aktivní ochrana

Fotoprotektivní adaptace

Zjednodušeně se jedná o opakované ozařování UV. Tato metoda má za cíl obnovení přirozené fotoprotekce kůže a přiklání se k ní především před sezónou, tedy v časném jaru. Úspěšná je však jen u III. a IV. fototypu [20, s. 69].

Fotochemoprotekce

Tento způsob zahrnuje použití přípravku s velmi nízkým obsahem 5-methosypsoralenu (5-MOP) a zároveň UV záření v rozmezí vlnových délek 280–320 nm absorbujícího sunscreenu spolu s expozicí přirozenému slunečnímu světlu v nízkých dávkách. To má za následek ztluštění *stratum corneum* a produkci melaninu. Metoda je vhodná u jedinců s I. a II. fototypem [20, s. 69].

### 3.2.2 Pasivní ochrana

#### Ochrana stíněním

Do této kategorie můžeme zařadit používání klobouků, různých přístřešků, slunečníků, stanů a kočárků s boudami [20, s. 70]. Důležité je, aby lidé nezapomínali na to, že i při oblačné obloze dopadá na zemský povrch UV záření (70–85 %). Je tedy opravdu mýtus, že mraky mohou kůži ochránit [13, s. 57].

#### Fotoprotekce textiliemi

Tato metoda ochrany je asi jednou z nejpřirozenějších a nejstarších ochran kůže vůbec, ale i tak jsou zde problémy s tím skloubit všechny aspekty oblečení, kterými musí disponovat, aby byly účinné. Hlavním úkolem textilií je, aby nedocházelo v letním období k zahřívání, a aby chránily před UV zářením. Jedny z rozhodujících vlastností jsou typ vlákna, hustota tkaní, pružnost, tloušťka, barva, obnošenost, počet praní apod. V dnešní době již existují oděvy s UV ochranou [20, s. 71], [13, s. 57]. Tyto oděvy musí splňovat určité standardy. Patří sem označování ochranného faktoru textilií (Ultraviolet Protection Factor – UPF) [13, s. 58]. Tento faktor udává velikost propustnosti UV radiace látkami [26, s. 49]. Nejnižší hodnota UPF má být vyšší než 40 (UPF 40+) a průměrná propustnost pro UVA záření má být menší než 5 % [13, s. 58].

Lidé v letních měsících nejvíce preferují přírodní materiály, jako je bavlna a len, ale jejich konečné fotoprotektivní vlastnosti jsou ovlivněny modifikacemi v průběhu zpracování a barvením. Přesto však je druh materiálu určující vlastnosti důležitý zejména u bílých a neobarvených textilií. Například taková vybělená bavlna a viskóza poskytují relativně nízkou ochranu. Při porovnání bělené a nebělené bavlny a hedvábí, mají právě nebělené materiály vyšší UV fotoprotekci, díky přirozeným pigmentům. Vhodným materiálem pro fotoprotektivní oděvy je polyester, který představuje relativně dobrou ochranu hlavně v UVB oblasti [20, s. 72–73]. Polyester má nejlepší schopnost pohltnout UV světlo, po něm pak můžeme do této skupiny zařadit vlnu, hedvábí a nylon. Naopak bavlna, len a umělé hedvábí poskytují nejslabší ochranu [13, s. 58].

Co se týká barevnosti oděvů, tak zde obecně platí pravidlo, že tmavší barvy poskytují lepší ochranu, a to díky UV absorpci [20, s. 73].

## UV filtry a sunscreeny

UV filtry patří mezi nejrozšířenější typ ochrany proti slunečnímu záření. Jedná se o látky buď chemické, nebo fyzikální povahy. Jejich hlavním úkolem je snižování množství fotonů, které prochází do kůže. Jsou přidávány do různých forem dermatologických a kosmetických přípravků. Lidé se mohou setkat třeba s roztoky, gely, oleji, krémy, lotiony, spreji, balzámy, ale i se rtěnkami. U nás jsou nešťastně označovány jako opalovací přípravky. Správný název zní přípravky na ochranu proti slunečnímu záření, protože to je jejich hlavní úkol [13, s. 59]. V USA jsou považovány za léky a vztahují se na ně přísné předpisy Food and Drug Administration (FDA), ale v Evropě jsou považovány pouze za kosmetiku, což zmírňuje pohled na jejich použití a výběr. Publikace, kterou vydala v květnu 1999 FDA, přesně ohraničuje podmínky, za nichž lze považovat sunscreeny za bezpečné a účinné. Tyto aktivní látky musí absorbovat, odrážet nebo rozptylovat UV záření v rozmezí 290–400 nm [20, s. 76].

Do skupiny fyzikálních filtrů jsou zahrnuty nerozpustné anorganické látky, mezi které patří  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{FeO}_2$ ,  $\text{MgSiO}_2$  [13, s. 60]. Nejefektivnější a nejčastěji používané jsou  $\text{ZnO}$  a  $\text{TiO}_2$  (5–20%) [20, s. 81]. Jejich efektivita je závislá na velikosti částic, které rozptylují, odrážejí nebo absorbují sluneční záření v UV, VIS a IR oblasti [13, s. 60]. Nevýhodou přípravků s těmito filtry je, že částice těchto produktů odráží viditelné světlo a jsou tak viditelné na povrchu kůže díky bělavé barvě. Tím se pro mnohé spotřebitele stávají nepříjemné. Naštěstí moderní technologie dokáží vylepšit fyzikální vlastnosti a to tak, že dochází k mikronizaci částic, tedy snížení velikosti pod 100 nm, což posunuje reflektanci ke kratším vlnovým délkám a zvyšuje průhlednost částic [13, s. 60]. Aplikace se doporučuje na místa vystavena maximální světelné expozici. Sem patří nos, rty, uši a dále se fyzikální UV filtry doporučují lidem trpícím kontaktní fotoalergií, protože čisté fyzikální sunscreeny nealergizují [20, s. 81]. *In vitro* a *in vivo* studie dokázaly, že mikro- a nanočástice  $\text{TiO}_2$  a  $\text{ZnO}$  nejsou cytotoxické, fototoxické a ani mutagenní [13, s. 60].

Mezi chemické UV filtry řadíme organické látky, které jsou schopny pohlcovat fotony. Při pohlcení fotonů dochází ke změně distribuce elektronů v molekule látky. Tato látka pak přejde z normálního stavu do excitovaného. Takto přeměněná molekula poté může emitovat fluorescenci, vyzářit energii jako teplo nebo také dokáže přijatou energii předat do vazebných struktur. To pak vede ke změně molekuly [13, s. 60].



Již ve 20. století byla vytvořena celá řada látek s unikátními vlastnostmi. Mezi chemické sunscreensy řadíme několik skupin látek: aminobenzoáty, anthraniláty, benzofenony, deriváty kafru a kyseliny skořicové, dibenzoylmetany, salicyláty a další [13, s. 60], [20, s. 79].

#### *Aminobenzoáty*

Chrání v UVB oblasti. Patří sem kyselina paraaminobenzoová a její deriváty. V dřívější době byly značně rozšířené a to pro své ochranné vlastnosti, dobrý průnik rohovou vrstvou a relativní vodostálost. Mají však i svá negativa. Mezi které patří například to, že obarvují oděv a nejsou doporučovány pro děti [20, s. 79].

#### *Anthraniláty*

Tyto látky chrání v oblasti UVA. Dříve se používal metylantranilát s maximem absorpce v 338 nm [20, s. 79].

#### *Benzofenony*

Zde se jedná o skupinu orto-benzofenonů se širokým spektrem v UVB a UVA (250 až 350 nm) oblasti. Nejznámějším zástupce je 2-hydroxy-4-methoxybenzofenon. Poskytuje jen slabou fotoprotekci, v nízkých až středních koncentracích má však poměrně dobrou fotostabilitu. Další jsou pak třeba dioxybenzon a sulisobenzon. Ty se někdy používají jako UV absorbenty do textilií, aby zpomalily jejich fotodegradaci [20, s. 80].

#### *Deriváty kafru*

Poskytují ochranu v UVB a UVA oblasti. Kafrové sunscreensy při ozáření podstupují reversibilní *trans-cis* izomerii a to pak vede k dobré stabilitě [20, s. 80].

#### *Deriváty kyseliny skořicové*

Tyto látky chrání v UVB oblasti a jsou často používány. Nalezneme je až v 90 % přípravků na ochranu proti slunečnímu záření [8, s. 111].

#### *Dibenzoylmetan*

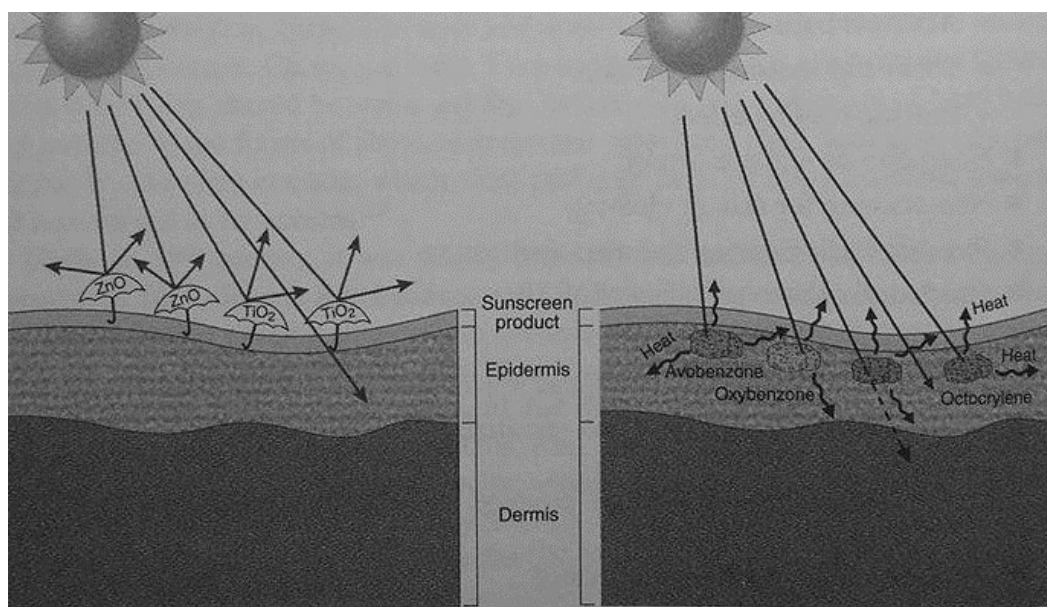
Chrání v UVA oblasti. Dnes se nejvíce využívá 4-butyl-4-metoxydibenzoylmetan. Tyto látky nejsou příliš fotostabilní, ale jejich stabilita je pozitivně ovlivněna použitím UVB sunscreensů [20, s. 80].

### Saliciláty

Patří mezi komerčně nejstarší filtry a chrání v UVB oblasti [20, s. 80].

Do této kapitoly můžeme také zařadit přírodní zdroje s ochranným efektem proti slunečnímu záření, jako je třeba jojobový olej, aloe či výtažky z *Polypodium vulgare*. Zmíněné látky mají spíše uklidňující efekt na opálenou pokožku, jsou zdrojem antioxidantů. Antioxidanty pak pomáhají buňkám kůže lépe se vyrovnat s účinky záření [8, s. 112].

Zřejmý rozdíl účinnosti anorganických a organických UV filtrů objasňuje Obr. 4. Anorganické UV filtry účinkují hlavně odrazem a rozptylem. Organické UV filtry zejména UV záření (fotony) absorbují.



Obr. 4. Působení organických a anorganických UV filtrů [18]

### Přípravky po slunění

Mnohem později než přípravky na slunění se objevily přípravky po slunění. Nejprve to byl roztok s obsahem hlinité soli, později pak byl vyvinut přípravek ve formě pleťového mléka. V tomto mléku už byly obsaženy dvě účinné látky, a to panthenol a čajový extrakt [26, s. 38]. Panthenol je látkou velmi účinnou, která má široké uplatnění. Urychluje obnovu zárodečné vrstvy pokožky a poškozené kožní tkáň, dále má také zklidňující účinky. S touto látkou se můžeme setkat jednak v přípravcích po opalování, ale také po holení, v rtěnkách. V ochranných a regeneračních tyčinkách na rty, a v neposlední řadě, v přípravcích na odřenin a popáleniny [28, s. 151].

Při opalování kůže na sluneční paprsky reaguje dvěma reakcemi. První reakcí je ztluštění rohové vrstvy a tou druhou jsou biochemické reakce, jejichž výsledkem je vznik kyslíkatých radikálů. Tyto látky pak vstupují do reakcí i s buněčnými strukturami kůže, což potom vede k jejich poškození. V horším případě mohou být také příčinou mutací genetické informace, což vede až k nádorovému bujení, malignímu. Proto se dnes na trhu můžeme setkat s tzv. after sun lotions. Jedná se o přípravky, které by měly sloužit k zotavení kůže po slunění, tedy splňují funkci emoliencií. To znamená, že kůži zvláčňují, promazávají a zvlhčují, a dále mírní nepříjemné šupinatění pokožky. Tyto přípravky mohou obsahovat ještě řadu dalších látek, jako jsou například antioxidanty (nejčastěji vitamin E a C) [29].

## 4 STIMULACE A POTLAČENÍ PIGMENTACE KŮŽE

Aplikace samoopalovacích krému spojená s nevzhlednou nepřírozenou barvou kůže byla problémem nedávné minulosti. V současné době jsou tyto přípravky dostatečně kvalitní a zajišťují nám přirozený vzhled opálené kůže. S jistotou lze také konstatovat, že jsou také dobrou alternativou pro ty, kteří se nechťejí vystavovat účinkům slunečního záření [30, s. 23]. Jiná situace nastává, pokud se na kůži člověka objevuje hnědé zbarvení kůže, které je ale způsobeno různými poruchami pigmentace. Vzhled takto zasažené kůže mohou zlepšit přípravky bělicí.

### 4.1 Samoopalovací krémy

V dnešní době rozlišujeme dva typy samoopalovacích krémů, které fungují na odlišných principech. Jedním z nich je ten, který způsobí jen dočasné zbarvení kůže, ta pak vypadá jako opálená, avšak tato vzniklá barva kůži nechrání před účinky UV záření, protože v pokožce nevzniká melanin, ale látky, kterým se souhrnně říká melanoidiny. Druhým typem jsou modernější samoopalovací krémy, které vyvolávají zhnědnutí kůže tím, že reagují s bílkovinami pokožky a bez působení záření přímo stimulují buňky produkující kožní pigment, tedy melanin. Dále se zde často setkáváme s tím, že k většině těchto krémů se ještě přidávají i ochranné filtry, takže výsledkem je kůže, která zpigmentuje bez intenzivního působení UV záření a navíc je chráněná ochranným filtrem před poškozením slunečními paprsky [30, s. 23].

Účinnou látkou, která se zde využívá je dihydroxyaceton (DHA), ten může být v přípravku samostatně nebo v kombinaci například s erytrulózou [18, s. 117].

Dihydroxyaceton působí na odumřelé buňky, kdy dochází k reakci s aminokyselinami. Aminokyselina obsahuje jednak karboxylovou skupinu a také amino skupinu. Dihydroxyaceton reaguje s amino skupinou a vznikají pak látky, které mají odstín od žluté až po hnědou, již zmíněné melanoidiny. Melanoidiny následně absorbují světlo a poté dochází ke zhnědnutí. Účinek této látky není okamžitý a maximální délka trvání je kolem 10 dnů, protože postupně dochází k odlupování odumřelých, obarvených kožních buněk. Maximální množství povolené v kosmetických přípravcích se pohybuje od 3 do 5 % a platí zde jednoduché pravidlo, čím větší je obsah této látky, tím intenzivnější je zhnědnutí [31].

Historie objevu této látky, DHA, sahá až do roku 1950. Eva Witgensteinová se zabývala studiem dětí, které měly poruchu glykogenu, a při léčbě používala dihydroxyaceton. Děti tuto látku často vyplivovaly či vylívaly, a tak docházelo k tomu, že se dihydroxyaceton dostal na jejich kůži a způsobil její zhnědnutí. Další pokusy již byly zaměřené přímo na pigmentační efekt. Ty ukázaly, že se zabarví pouze nejsvrchnější vrstva *epidermis*, tedy pouze odumřelé buňky [31].

## 4.2 Solárium

Zatímco krémy na zhnědnutí zatěžují kůži jen minimálně, nelze totéž tvrdit o soláriích. Solária vysílají umělé UV záření, po kterém kůže zhnědne. Paprsky UVB záření jsou odfiltrovány, vlastní zhnědnutí způsobují UVA paprsky, které pronikají do hlubších vrstev kůže, čímž může dojít i k poškození vaziva. Důsledkem je předčasné stárnutí kůže, ztráta její pružnosti, eventuálně i vznik celulitidy. Problematika stárnutí kůže je již popsána v podkapitole 2.2. Další studie dokazují, že časté používání solária stresuje imunitní systém, a tím ho může oslabit [14, s. 54].

Výjimkou používání umělého zdroje UVA záření, které je léčebné, tedy pozitivní, je při léčbě lupénky a některých dalších kožních nemocech. Tato speciální léčebná metoda kombinuje UVA záření a senzibilizující účinek léků, psoralenů, na toto záření. Metoda je označována jako PUVA. Je-li tato metoda řízená lékařem, bývá celkem efektivní a bezpečná [30, s. 25].

K dispozici dnes máme především 2 typy solárních lamp. Nízkotlaké fluorescenční (trubkový tvar) a lampu obloukovou vysokotlakou (tvar žárovky). Nízkotlaké jsou k dispozici s různým výkonem (100 W nebo 160 W). U obloukových lamp s vysokým tlakem je výkon 400 W až 2000 W. Ty se používají samostatně nebo v kombinaci s nízkotlakými, které eliminují nejvíce UV záření, dále pak VIS a IR záření. Nevýhodou u vysokotlakých je to, že eliminují více infračerveného záření, a proto vyžadují větší chlazení [32, s. 694].

### 4.3 Bělící přípravky

Nežádoucí pigmentové skvrny se mohou vyskytovat téměř v jakémkoli věku a mohou mít jakoukoliv příčinu. Posuny pigmentu ale nejvíce trápí lidi ve středním a vyšším věku [8, s. 79]. Jednotlivé typy poruch jsou popsány v podkapitole 1.4.

To jaký způsob bělení se použije, závisí na mnoha aspektech. Na jeho umístění, na hloubce uložení pigmentu, na věku, časových a finančních možnostech klienta. Vhodným obdobím pro bělení je bezslunné období v roce, tedy hlavně podzim a zima [8, s. 80].

Forem se kterými se můžeme setkat, je nespočet. Najdeme zde například krémy, masti, roztoky, dále sem řadíme laserové ošetření, ošetření dusíkem, ale i chemický peeling [8, s. 80–84].

Krémy, masti, roztoky

Tyto možnosti se využívají tehdy, pokud je pigment uložen v povrchových vrstvách kůže. Patří sem přípravky s bělícími látkami typu hydrochinon, kterého může být v přípravku obsaženo 2–4 %, tretinoin 0,025–0,1 %, azelainová kyselina 15–20 %, kojová kyselina, glykolová kyselina a další [8, s. 80]. Je patrné, že látky se nejen liší svou chemickou podstatou, ale také i množstvím, které je v přípravcích povoleno.

Alpha-hydroxy kyseliny (Alpha-hydroxy Acids – AHA)

Patří mezi ně kyseliny přírodního charakteru, které mají hydroxylovou skupinu na alfa uhlíku. V kosmetice se můžeme setkat nejméně s 5 těmito kyselinami. Patří sem kyselina citronová, jablečná, vinná, mléčná a glykolová. První 3 kyseliny najdeme převážně v kyselém ovoci, jako jsou například citrusové plody, rybíz, třešně, hrozny, nezralá jablka a hrušky a také v usazeninách v červeném víně. Kyselina mléčná se nachází v kysaném zelí, jogurtech a dalších kysaných mléčných výrobcích. Poslední zmiňovanou je kyselina glykolová, která se vyskytuje v zeleném čaji, nezralých hroznech, cukrové řepě a cukrové třtině. Dnes se také vyrábí i synteticky. Mezi nejčastěji používané patří kyselina glykolová a mléčná [28, s. 198]. Pokud se tyto látky použijí v koncentraci 4–12 %, nejsou moc efektivní. Z tohoto důvodu se nejčastěji kombinují s ostatními bělícími látkami. Jak již bylo zmíněno, jednou z používaných látek je kyselina glykolová. Tato látka se používá u chemického peelingu, kde je jí 50 %. Uvedený peeling se využívá v ordinacích kožního lékaře a jedná se o velmi efektivní metodu bělení [8, s. 80].

### Arbutin, methylarbutin

Jedná se o rostlinný produkt, který se získává z brusinek, borůvek, či hrušek. Je to přírodní zdroj hydrochinonu. Nejvyšší koncentrace, která se v produktech využívá, je 5 %. V kombinaci s alkoholem či mentolem však může docházet ke dráždění pokožky [8, s. 81]. Tato látka působí tak, že dokáže blokovat enzym tyrozinázu a tím brání nebo zpomaluje tvorbu pigmentu. Dlouhodobé užívání této látky se však nedoporučuje, protože údajně zvyšuje vylučování cukru z moči [28, s. 143].

### Hydrochinon (dihydroxybenzol, benzoldiol)

Obsah této látky se dnes pohybuje kolem 2 %. Dříve se používalo i větší množství (kolem 20 %), avšak toto množství kůže dráždilo, trvale ji depigmentovalo a dokonce se vstřebávalo do těla a poškozovalo ledviny. Bylo také zjištěno, že by toto velké množství mohlo být karcinogenní [8, s. 81]. Toto vedlo k výzkumu jiných alternativ, které také vedou k inhibici pigmentu. Látky jsou popsány níže [33]. Hydrochinon je látka bránící tvorbě melaninu. Nevýhodou je, že na světle tmavne, musí být tedy uchováván bez přístupu vzduchu nejlépe v tmavé nebo neprůhledné tubě [8, s. 81].

### Kyselina kojová

Tato kyselina vzniká fermentací rýže některými plísněmi. Jedná se o přírodní látku bez vedlejších produktů. V kosmetickém průmyslu se s ní můžeme setkat jako s antioxidantem nebo bělicí látkou již vytvořeného pigmentu. V kontaktu se vzduchem nebo světlem jednak hnědne. Co je podstatnější, snižuje se její účinnost [8, s. 81]. Výborné účinky této látky jsou spojeny v kombinaci s AHA kyselinami, tedy hlavně mléčnou a glykolovou. Obvyklé množství používané v kosmetice se pohybuje od 1–4 % [28, s. 150].

### Vitamin C (kyselina askorbová)

Vitamin C je efektivním antioxidantem, který se ale také účastní tvorby kožního kolagenu a napomáhá napravovat změny napáchané slunečním zářením. Mnoho kosmetických přípravků ale obsahuje pouze 1 % této látky, mnohem vhodnější je vyšší obsah, například až 8 % [8, s. 81]. Jako vhodné formy pro použití v kosmetice se ukázaly sodiumascorbylphosphate a magnesium ascorbylphosphate. Tyto látky mají jak antioxidační, bělicí, a také mírné dezinfekční účinky. V koncentracích 2–3 % se přidávají do bělicích krémů a krémů proti akné [28, s. 144].

### Kyselina retinová

Dalšími látkami jsou tretinoin neboli kyselina retinová. Jeho nevýhodou je, že pokožku dráždí a zcitlivuje ji na sluneční záření. Používá se tedy v kombinaci s hydrochinonem a dalšími látkami. Po použití musí být dlouhodobé, a to až 6 měsíců. Mírně bělicí účinky má i peroxid vodíku, benzoylperoxid, chloráty, kyselina octová, citronová. Místně použitý betakaroten má také mírně bělicí účinky. Další látkou může být i fenol (kyselina karbolová). Využívá se při chemickém peelingu, ale to jen v rukou proškoleného lékaře [8, s. 82].

### N-acetyl-4-S-cysteaminylphenol

Je bezpečnější než hydrochinon a není tak toxický jako fenol. Má efektivní bělicí účinky [8, s. 82].

Bělicí látky používané samostatně nemají tak velký bělicí účinek, proto se používají většinou ve směsi, kombinované s jinými. Další důležitou informací je to, že tyto látky musí být doprovázeny použitím adekvátních ochranných prostředků před slunečním zářením [8, s. 82–83]. UV filtry jsou popsány v subkapitole 3.2.1. Je důležité říci, že u všech předchozích se jedná o chemické látky, které při nadměrném používání mohou vést až ke vzniku akné, dráždivých dermatitid a podobně. Známým případem mohou být ženy ze Senegalu, které se snaží s pomocí bělicích látek zakrýt svou černošskou národnost [34].

### Laserové ošetření

Pro odstranění hlouběji uloženého pigmentu se využívá laseru. Laserový paprsek během nanosekundového trvání doslova roztřepí pigment, který je potom odstraněn speciálními buňkami, tzv. makrofágy. Tato metoda však nemá dobrý efekt pro osoby s tmavou pletí, proto se před každým bělením provádí testovací ošetření, jehož dobrý výsledek je předpokladem v pokračování procesu bělení. Je důležité vědět, že nežádoucím efektem může být také vznik pigmentace [17, s. 83]. Použití laserů se liší podle toho, kde je pigment uložen. U epidermálních pigmentací volíme kratší vlnové délky. Vlnovou délku 694 nm používá laser označovaný jako rubínový nebo 755 nm a tento laser je alexandritový. U dermálních pigmentací jsou pak uplatňovány lasery vlnové délky 1064 nm a 1320 nm [35, s. 244].



### Kryoterapie

Jedná se o další fyzikální metodu (po laseru), která je označována jako kryoterapie. Používá se zde tekutý dusík, který zmrazí postižený úsek a následně dochází k olupování zevní vrstvy pokožky i s nežádoucím pigmentem. Jedná se tedy to o typ slupovací metody [8, s. 84].

### Chemický peeling

Velmi efektivní a pohodlnou metodou je chemický peeling, tento typ ošetření může provádět jen školený kožní lékař, který zde používá nejčastěji kyselinu glykolovou v 50% a větší koncentraci nebo kyselinu trichloroctovou. U chemického peelingu jde o speciální slupovací techniku regenerace kůže, kdy současně dochází k jejímu bělení. Působením kyseliny glykolové se povrchová vrstva kůže efektivně, během několika dnů, olupuje, pleť se vyhlazuje a také dochází ke zbavování se povrchově uloženého pigmentu. Tento výkon se provádí ambulantně a trvá přibližně 30 minut. Důležité je, aby kůže byla po zákroku chráněna před účinky slunečního záření [8, s. 84].

## ZÁVĚR

Melanin, pigment, souvisí s přirozenou pigmentací kůže, tedy její barevností. Toto barvivo je součástí buněk melanocytů, které je předávají ve formě zrníček keratinocytům. V průběhu keratinizace dochází k diferenciacím a degeneracím těchto buněk, které se posunují směrem nahoru, tedy k nejsvrchnější vrstvě, *stratum corneum*. Díky tomuto procesu je kůže do jisté míry chráněna před účinky UV záření. Melanin způsobuje přirozenou fotoprotekci kůže.

Mnoho lidí se potýká s poruchami, které se projevují na kůži buď bledými, nebo naopak s viditelnými tmavými skvrnami. Pak hovoříme o hyperpigmentacích a hypopigmentacích. Při hyperpigmentacích dochází ke zmnožení melaninu a naopak u hypopigmentací melanin částečně, či úplně chybí. Mezi nejznámější hyperpigmentace patří *ephelides*, neboli pihy. U hypopigmentací je to albinismus a *vitiligo*. Tyto problémy v řadě případů vyléčit nejdou, ale naštěstí zde máme přípravky, které mohou zmírnit jejich nápadnost. Na trhu najdeme jak přípravky, které umí stimulovat zhnědnutí kůže, ty jsou označovány jako samoopalovací. Další možností může být používání solárií.

Opačným problémem jsou nevzhledné tmavé skvrny. Těch se můžeme zbavit používáním bělicích přípravků, pomocí laserů, ošetřením tekutým dusíkem nebo chemickým peelingem.

Jako nejšetrnější se jeví použití bělicích přípravků, protože se zde nachází řada přírodních látek. Pro jejich použití je však podstatné dodržení doporučeného množství a koncentrace.

Buňky kůže sluneční záření absorbují a na základě různých vlnových délek na ně rozdílně reagují. Největší pozornost musí být věnována UV záření. Toto záření na kůži vyvolává dva základní typy účinku, a to časné a pozdní. K časným účinkům řadíme například opálení, či syntézu vitamínu D. K pozdním pak stárnutí kůže a fotokancerogeneze.

Opalování, je obranná reakce organismu, při níž vytvořený pigment chrání tělo před průchodem UV záření do hlubších vrstev kůže. Tím pádem můžeme říci, že bezpečné opalování je do jisté míry věcí prevence. Aby opalování bylo bezpečné, musí člověk dodržovat určité zásady.

Existují dva základní mechanismy ochrany – přirozená a umělá. Umělou ochranu lze dále dělit na aktivní a pasivní. Patří zde používání ochranných fotoprotekčních textilií, či používání fyzikálních či chemických UV filtrů. Chemické filtry fotony pohlcují, kdežto

fyzikální působí odrazem a rozptylem. Rizikem u chemických může být fotosenzibilizace. Do ochrany přirozené pak keratinizace, melanin, kyselina urokánová, atd.

Z mého pohledu je problematika slunění a s ní související pigmentace natolik zajímavým a podnětným tématem, že bych ráda na předkládanou bakalářskou práci navázala i v práci diplomové a věnovala se jí již také na úrovni výzkumu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] PIZINGER, Karel, 2003. Kožní pigmentové projevy. Praha: Grada. ISBN 80-247-0616-4.
- [2] MALINA, Lubor 1999. Fotodermatózy. Praha: Maxdorf. ISBN 80-85912-21-X.
- [3] BUČEK, Milan, 2003. Kapitoly z dermatovenerologie. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0592-X.
- [4] KARAS, Petr a Ludvík HANÁK, 2008. Maturitní otázky - zeměpis. Praha: Fragment. Maturitní otázky. ISBN 978-80-253-0595-9.
- [5] WOLF, Josef, 2000. Lidské rasy a rasismus v dějinách a v současnosti: člověk a jeho svět II. Praha: Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0099-4.
- [6] KOKAISL, Petr, 2007. Základy antropologie. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-1722-2
- [7] FINSTERLOVÁ, Marie, 2006. Péče o pleť a vlasy. Praha: Grada, Zdraví & životní styl. ISBN 80-247-1340-3.
- [8] FCC PUBLIC S.R.O., ©2014-2017. Jak chránit kůži proti působení záření. In: Světlo - časopis pro světlo a osvětlování [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/jak-chranit-kuzi-proti-pusobeni-zareni-16852>
- [9] ROZSÍVALOVÁ, Věra a Olga KNOBLOCHOVÁ, 2001. Kosmetika II pro 2. ročník oboru Kosmetička. Praha: Informatorium. ISBN 80-86073-72-6.
- [10] BLECHOVÁ, Renata a Pavel SUCHÝ, 2008. Dermatologika. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-035-1.
- [11] DITRICHOVÁ, Dagmar, Martina JANSOVÁ and Robert OPAVSKÝ; 2002. Repetitorium dermatovenerologie. 1. vyd. Olomouc: Epava.
- [12] FEŘTEK, Otakar; 1987. Kosmetická problematika v dermatologické praxi. 1. vyd. Ilustroval Jan ADÁMEK. Praha: Avicenum.
- [13] RAJNOCHOVÁ SVOBODOVÁ, Alena, 2012. Poškození kůže působením slunečního záření, možnosti ochrany a prevence. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3183-3.
- [14] BUESS-KOVÁCS, Heike a Monika PREUK, 1999. Zdravá a krásná pleť. Vyd. 1. Praha: Knižní klub. ISBN 80-7176-878-2.

- [15] Acta medica (Hradec Králové) Supplementum, 2005. Hradec Králové: Lékařská fakulta Univerzity Karlovy. ISSN 1211-247x.
- [16] WIKIPEDIA. Elektromagnetické spektrum [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9\\_spektrum](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum)
- [17] BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015. Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4712-5.
- [18] BAKI, Gabriella. a Kenneth S. ALEXANDER, 2015. Introduction to cosmetic formu-lation and technology. Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons, Inc. ISBN 9781118763780.
- [19] COMPOUNDCHEM, ©2014a. The chemistry of sun screens. In: Compound chem [on-line]. [cit.2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.compoundchem.com/2014/06/05/sunscreenchemicals/>
- [20] ETTLER, Karel, 2004. Fotoprotekce kůže: ochrana kůže před účinky ultrafialového záření. Praha: Triton. ISBN 80-7254-463-2.
- [21] ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK, 2006. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada. ISBN 80-247-1383-7.
- [22] ČIHÁK, Radomír, 2016. Anatomie 3. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [23] TESAŘ, Vladimír a Otto SCHÜCK, 2006. Klinická nefrologie. Praha: Grada. ISBN 80-247-0503-6.
- [24] SYROVÝ, Vít, 2015. Tajemství kosmetiky. Praha: Ahomi, s.r.o. ISBN 978-80-903137-7-4.
- [25] YIN, Rui, Qiquan CHEN a Michael R HAMBLIN. Skin Photoaging. UK: IOP ebooks, 2015. ISBN 9781627054553.
- [26] BĚLOBRÁDEK, Michal, c2011. Kožní nemoci: repetitorium pro praxi. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-221-6.
- [27] ZAHRADNÍK, Miroslav, 2001. Materiály II. Praha: Informatorium. ISBN 80-86073-83-1.
- [28] HOJEROVÁ, Jarmila a Eva BOSKOVIČOVÁ, 2015. Kozmetika, zdravie, krása: Ako si vybrať kozmetiku. 24. Bratislava: Plat4M Books. ISBN 9788089327027.

- [29] ETTLER, Karel, 2009. Prostředky ochrany kůže před UV zářením. In: *Prakt. Lékařen* [online]. 5 (3), 135-138. [cit. 2017-03-11]. ISSN: 1803-5329. Dostupné z: <http://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2009/03/07.pdf>
- [30] KRAJSOVÁ, Ivana, 1993. Je opalování nebezpečné?: Jsou pihy nebezpečné? Praha: Maxdorf. Medica. ISBN 80-85800-03-9.
- [31] COMPOUNDCHEM, ©2014b. The chemistry of fake tan. In: Compound chem [online]. [cit.2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.compoundchem.com/2014/08/07/faketan/>
- [32] GIACOMONI, Paolo U. Sun protection in man. New York: Elsevier Science, 2001. ISBN 0444508392
- [33] DRAELOS, Zoe Diana, 2007. Skin lightening preparations and the hydroquinone controversy. In: *Dermatologic Therapy* [online]. 20 (5), 308-313 [cit. 2017-4-11]. DOI: 10.1111/j.1529-8019.2007.00144.x. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1529-8019.2007.00144.x/full>
- [34] MAHÉ, A., LY, F. a DANGOU, J. M., 2003. Skin diseases associated with the cosmetic use of bleaching products in women from Dakar, Senegal. In: *British Journal of Dermatology*. [online]. 148 (3), 493-500 [cit. 2017-4-11]. DOI: 10.1046/j.1365-2133.2003.05161.x. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2133.2003.05161.x/full>
- [35] BERGEROVÁ, Yvonne, BRYCHTA, Pavel a Jan J. STANEK (eds.); 2014. Estetická plastická chirurgie a korektivní dermatologie. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0795-2.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

UV	ultrafialové záření
DOPA	dihydroxyfenylalanin
Hg	rtuť
Bi	bismut
VIS	viditelné záření
IR	infračervené záření
nm	nanometrů
DNA	deoxyribonukleová kyselina
MED	Minimal Erythema Dose
IPD	Immediate Pigment Darkening
DPD	Delayed Pigment Darkening
RNA	ribonukleová kyselina
UPF	Ultraviolet Protection Factor
FDA	Food and Drug Administration
AHA	Alfa-hydroxy acid

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Fototypy kůže a lidské rasy [8]</i> .....	14
<i>Obr. 2. Spektrum elektromagnetického záření [16]</i> .....	21
<i>Obr. 3. Průnik UVA a UVB [18]</i> .....	23
<i>Obr. 4. Působení organických a anorganických UV filtrů [18]</i> .....	33



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Přehled melaninových hypopigmentací [12]</i> .....	18
<i>Tab. 2. Přehled melaninových hyperpigmentací [12]</i> .....	20