



© Copyright by Poznan University of Medical Sciences, Poland

REVIEW PAPER

## Current principles of photoprotection

# JoFA

PRACA POGLĄDOWA

## Aktualne zasady stosowania fotoprotekcji

Emilia Fijak<sup>\*1, a</sup>, Adriana Polańska<sup>2, b</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Studies "Facial Aesthetics", Poznan University of Medical Sciences, Poland

<sup>2</sup> Department of Dermatology and Venereology, Chair of Dermatology, Poznan University of Medical Sciences, Poland

<sup>1</sup> Studia Podyplomowe „Estetyka Twarzy”, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>2</sup> Zakład Dermatologii i Wenerologii, Katedra Dermatologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>a</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-8998-607X>

<sup>b</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-9531-7358>

DOI: <https://doi.org/10.20883/jofa.61>

\* **Corresponding author / Osoba do kontaktu**

e-mail: emiliafijakk@gmail.com

### ABSTRACT

Solar radiation is an important factor affecting human health. Under the influence of ultraviolet UVR vitamin D is synthesized in the skin, but its negative consequences are the possibility of skin burns, photoaging, damage to cell structures, including the DNA chain, and secondarily carcinogenesis. Protection from sunlight can be provided by using creams with UV filters, clothing with accessories, and avoiding overexposure to the sun. This paper presents the current principles of photoprotection based on current literature data.

**Keywords:** photoprotection, sunscreens, ultraviolet radiation.

### STRESZCZENIE

Promieniowanie słoneczne jest ważnym czynnikiem wpływającym na stan zdrowia człowieka. Pod wpływem promieniowania ultrafioletowego UVR dochodzi do syntezy witaminy D w skórze, jednak jego następstwem negatywnym jest możliwość wystąpienia poparzeń skóry, fotostarzenia, uszkodzeń struktur komórkowych, w tym łańcucha DNA, a wtórnie nowotworzenia. Ochrona przed promieniowaniem słonecznym może być zapewniona poprzez stosowanie kremów z filtrami UV, odzieży wraz z dodatkami oraz unikanie nadmiernej ekspozycji na słońce. W pracy zostały przedstawione aktualne zasady stosowania fotoprotekcji w oparciu o aktualne dane literaturowe.

**Słowa kluczowe:** fotoprotekcja, filtry przeciwsłoneczne, promieniowanie ultrafioletowe.

### Introduction

Solar radiation is an indispensable part of life on Earth, but not always beneficial to living orga-

### Wstęp

Promieniowanie słoneczne jest nieodzowną częścią życia na Ziemi, jednak nie zawsze

nisms. Optical radiation, which comes from the sun, is electromagnetic radiation with a wavelength between 100 nm and 1 mm. According to the International Commission on Illumination (Commission Internationale d'Eclairage-CIE), optical radiation is divided into ultraviolet radiation (UVR), visible radiation (VIS) and infrared radiation (IR). The ultraviolet and infrared radiation area is divided into A (near), B (medium) and C (far) bands.

Ultraviolet radiation consists of:

- › UV-C ( $\lambda = 100\text{--}280\text{ nm}$ ),
- › UV-B ( $\lambda = 280\text{--}320\text{ nm}$ ),
- › UV-A ( $\lambda = 320\text{--}400\text{ nm}$ ) [1].

Infrared radiation consists of:

- › IR-A ( $\lambda = 700\text{--}1400\text{ nm}$ ),
- › IR-B ( $\lambda = 1400\text{--}3000\text{ nm}$ ),
- › IR-C ( $\lambda = 3000\text{ nm}\text{--}1\text{ mm}$ ) [2].

Earth's atmosphere retains UVC radiation completely. Nearly 90–99% of UVR that reaches the Earth's surface is UVA, while UVB accounts for 1–10% [3]. The wavelength is responsible for the depth of penetration into the skin. UVA radiation penetrates the layers of the dermis, while UVB radiation is retained at the depth of the epidermis [3, 4]. IR-B and IR-C radiation are absorbed in the skin surface or the upper layers of the epidermis and do not contribute to skin aging. IR-A penetrates deeper and directly affects the cells of the epidermis, skin and subcutaneous tissue contributing to photoaging [4]. UVR causes both acute and chronic responses in the skin. Acute skin responses include vitamin D synthesis [5], sunburn (erythema), inflammatory reactions manifested by redness, increased heat, tenderness, increased sensitivity to thermal and mechanical stimuli and swelling, blister formation [6], immunosuppression, DNA damage, phototoxicity and photoallergies. Chronic symptoms include photoaging of the skin, photocarcinogenesis [7], and specific immunosuppression [8].

## Carcinogenesis

UVR is a factor in the development of skin cancers [9]. Skin cancers are divided into melanocytic (melanoma) and non-melanocytic (basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma). The precursor cells of non-melanocytic cancers are keratinocytes in the epidermis, while melanocytic cancers are melanocytes. The process of tumorigenesis is a staggered process and is the result of fixed mutations in the DNA chain

korzystną dla żywych organizmów. Promieniowanie optyczne, które pochodzi od Słońca, jest promieniowaniem elektromagnetycznym o długości fali pomiędzy 100 nm a 1 mm. Według the International Commission on Illumination (Commission Internationale d'Eclairage–CIE) promieniowanie optyczne dzieli się na promieniowanie nadfioletowe (UVR), widzialne (VIS) i podczerwone (IR). Obszar promieniowania nadfioletowego i podczerwonego dzieli się na pasma A (bliskie), B (średnie) i C (dalekie).

Promieniowanie nadfioletowe składa się z:

- › UV-C ( $\lambda = 100\text{--}280\text{ nm}$ ),
- › UV-B ( $\lambda = 280\text{--}320\text{ nm}$ ),
- › UV-A ( $\lambda = 320\text{--}400\text{ nm}$ ) [1].

Promieniowanie podczerwone składa się z:

- › IR-A ( $\lambda = 700\text{--}1400\text{ nm}$ ),
- › IR-B ( $\lambda = 1400\text{--}3000\text{ nm}$ ),
- › IR-C ( $\lambda = 3000\text{ nm}\text{--}1\text{ mm}$ ) [2].

Atmosfera ziemską zatrzymuje całkowicie promieniowanie UVC. Blisko 90–99% promieniowania UVR, które dociera do powierzchni Ziemi to UVA, natomiast UVB stanowi 1–10% [3]. Długość fali odpowiada za głębokość penetracji w głąb skóry. Promieniowanie UVA penetruje do warstw skóry właściwej, a promieniowanie UVB jest zatrzymywane na głębokości naskórka [3, 4]. Promieniowanie IR-B oraz IR-C są pochłaniane na powierzchni skóry lub w górnych warstwach naskórka i nie przyczyniają się do procesów starzenia się skóry. IR-A penetruje głębiej i bezpośrednio wpływa na komórki naskórka, skóry oraz tkanki podskórnej, przyczyniając się do fotostarzenia [4]. UVR jest przyczyną powstawania ostrych oraz przewlekłych reakcji w obrębie skóry. Do ostrych odpowiedzi skóry zaliczamy syntezę witaminy D [5], poparzenie słoneczne (rumień), reakcje zapalne objawiające się zaczerwienieniem, wzmożonym uciepleniem, tkliwością, zwiększoną wrażliwością na bodźce termiczne i mechaniczne oraz obrzękiem, formowaniem się pęcherza [6], immunosupresją, uszkodzenia DNA, fototoksyczność i fotoalergie. Objawy przewlekłe to fotostarzenie się skóry, fotokarcinogeneza [7], swoista immunosupresja [8].

## Karcinogeneza

UVR stanowi czynnik wpływający na rozwój nowotworów skóry [9]. Nowotwory skóry dzielimy na melanocytarne (czerniak) i niemelanocytarne (rak podstawnokomórkowy, rak kolczystokomórkowy). Prekursorowymi komórkami nowotworów niemelanocytarnych są keratynocyty

of a cell that has undergone further divisions [10]. The first line of defense against UVR is the synthesis of the pigment melanin, which converts UVR into heat [11]. The amount and type of melanin in human skin varies according to phototype according to Fitzpatrick [12]. The lower the phototype, the higher the risk of skin tumorigenesis due to a greater predisposition to burn [8]. Membrane receptors of UVR-damaged keratinocytes such as Fas induce apoptosis to avoid malignant cell transformation [13]. UVB radiation can lead to DNA damage by a direct mechanism through the induction of pyrimidine dimer formation and disrupt DNA strand repair processes. Transcription of thymine to the cytosine in the DNA chain is a marker of UVB damage and occurs in all types of skin cancer [14]. UVA radiation can damage DNA chains by an indirect mechanism through the generation of reactive oxygen species ROS (free radicals), which also oxidize lipids, proteins and other intracellular molecules [8, 14].

## Photoprotection

Sunscreens should be applied topically to sun-exposed skin. Sunscreen should be applied 15 minutes before sun exposure. The amount of cream that should be used during each application is 2 mg of product per cm<sup>2</sup> of skin. Sunscreen should be reapplied every 2 hours and after swimming, sweating [15], wiping with a towel [5], and soiling with sand. Clothing is also an important photoprotective factor. The UPF (Ultraviolet Protection Factor) is used to determine the UVR protection to be provided by a particular fabric, clothing. UPF shows the relationship between UVR-induced burns measured without and with protective clothing. UPF is divided into four categories, which determine the % of UVR protection. UPF = 1-14 is defined as not good, UPF = 15-24 as good, UPF = 25-39 as very good, and UPF = 40-50+ as excellent. This division was created by the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency [16]. Depending on the width of the brim, the fabric and its weave, hats can act as a photoprotective factor. A hat with a brim width of more than 7.5 cm provides sun protection with an SPF of 7 for the nose, 5 for the neck, 3 for the cheeks and 2 for the chin. A hat with a brim width between 2.5 and 7.5 cm has SPF 3 for the nose, 2 for the neck and cheeks, and 0 for the chin. A hat with a brim width of less than 2.5 cm has an SPF of

w naskórku, natomiast melanocytarnych melanocytów. Proces nowotworzenia jest procesem rozłożonym w czasie i jest efektem utrwalonych mutacji w łańcuchu DNA komórki, która uległa dalszym podziałom [10]. Pierwszą linią obrony przed UVR jest synteza barwnika melaniny, która konwertuje UVR w ciepło [11]. Ilość oraz rodzaj melaniny w skórze człowieka jest różna w zależności od fototypu według Fitzpatricka [12]. Im niższy fototyp, tym większe ryzyko nowotworzenia skóry ze względu na większą predyspozycję do oparzenia [8]. Receptory błonowe uszkodzonych promieniowaniem UVR keratynocytów, takie jak np. Fas, indukują apoptozę celem uniknięcia złośliwych transformacji komórek [13]. Promieniowanie UVB może doprowadzić do uszkodzenia DNA w mechanizmie bezpośrednim poprzez indukcję tworzenia dimerów pirymidynowych oraz zaburzać procesy naprawcze nici DNA. Tranzycja tyminy na miejsce cytozyny w łańcuchu DNA jest markerem uszkodzenia przez UVB oraz występuje we wszystkich typach nowotworów skóry [14]. Promieniowanie UVA może uszkodzić łańcuchy DNA w mechanizmie pośrednim poprzez generację reaktywnych form tlenowych ROS (wolnych rodników), które również utleniają lipidy, białka oraz inne wewnątrzkomórkowe cząsteczki [8, 14].

## Fotoprotekcja

Filtry przeciwsłoneczne powinny być stosowane miejscowo na skórę narażoną na działanie promieni słonecznych. Krem przeciwsłoneczny należy zaaplikować 15 min przed ekspozycją na Słońce. Ilość kremu jaka powinna być użyta podczas każdorazowej aplikacji wynosi 2 mg produktu na cm<sup>2</sup> skóry. Krem z filtrem przeciwsłonecznym powinien być dokładany co 2 godziny oraz po pływaniu, spoceniu się [15], wytarciu ręcznikiem [5], zabrudzeniu piaskiem. Odzież także stanowi istotny czynnik fotoprotekcyjny. Wskaźnik UPF (Ultraviolet Protection Factor) służy do określenia ochrony przed UVR, jakie ma zapewnić nam dana tkanina, ubranie. UPF pokazuje zależność pomiędzy poparzeniami wywołanymi przez UVR mierzone bez oraz z odzieżą ochronną. UPF dzielone jest na cztery kategorie, które określają % ochrony przed promieniowaniem UV. UPF = 1-14 określane jest jako niedobre, UPF = 15-24 jako dobre, UPF = 25-39 jako bardzo dobre, a UPF = 40-50+ jako znakomite. Podział ten został stworzony przez the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency

1.5 for the nose and a minimum value for the cheeks and neck [15]. UVR also induces ocular diseases such as cataracts, eyelid malignancies, uveal melanoma, snow blindness, droplet climatic keratopathy, and macular degeneration [17]. The systematic use of sunglasses can help reduce the incidence of cataracts. When choosing sunglasses, pay attention to whether they have wide lenses with UV filters up to 400 nm with European certifications [5] once a polarization filter. Close-fitting goggles are the most effective form of UVR protection [17]. The intensity of solar radiation is highest in the summer months between 10:00 am and 5:00 pm and increases with increasing true altitude [14]. Car and window glass stop UVB radiation but transmit UVA radiation. UVA radiation is mostly responsible for photosensitizing drug reactions and photodermatoses, so at-risk individuals should also use photoprotection while in buildings and cars year-round [8]. The skin of children under the age of 3 and infants is thinner, characterized by reduced melanin content, greater water loss from the epidermis and incomplete immune maturity by which UVR penetrates deeper inducing more negative consequences. The Australian College of Dermatologists and Cancer Council Australia recommends avoiding direct sun exposure for children up to 12 months of age, while the American Academy of Pediatrics recommends avoiding direct sun exposure for children up to 6 months of age. The AAP recommends maximum sun protection for children after the age of 6 months, using UVB/UVA sunscreens with SPF 30 on the entire body surface. SPF = 30 is the minimum value that sunscreen for children should have. Formulations with SPF 50 + should be applied to the skin of infants, children with light phototypes and with atopic skin. Physical sunscreens are recommended for children under the age of 2, and chemical sunscreens are recommended for older children. Sunburn during childhood increases the risk of developing melanoma [5].

## Types of filters

There are different types of creams containing UVR filters. The SPF (Sun Protection Factor) is the most commonly used on sunscreen product labels. SPF indicates the degree of protection against UVB. SPF is measured by exposing small areas of the skin of people with skin phototype I-III according to Fitzpatrick to simulated sun-

[16]. W zależności od szerokości runda, tkaniny i jej splotu kapelusze mogą pełnić rolę czynnika fotoprotekcyjnego. Kapelusz z szerokością runda powyżej 7,5 cm zapewnia ochronę przeciw-słoneczną o wartości SPF 7 dla nosa, 5 dla szyi, 3 dla policzków oraz 2 dla podbródka. Kapelusz z szerokością runda pomiędzy 2,5 a 7,5 cm posiada SPF 3 dla nosa, 2 dla szyi i policzków oraz 0 dla podbródka. Kapelusz z rondem o szerokości mniejszej niż 2,5 cm posiada SPF 1,5 dla nosa oraz minimalną wartość dla policzków i szyi [15]. Promieniowanie UVR również indukuje choroby narządu wzroku, takie jak: zaćma, nowotwory złośliwe powiek, czerniak błony naczyniowej oka, ślepotą śnieżną, keratopatia klimatyczna kropelkowa, zwyrodnienie plamki żółtej [17]. Systematyczne stosowanie okularów przeciw-słonecznych może przyczynić się do redukcji zachorowań za zaćmę. Przy wyborze okularów przeciw-słonecznych należy zwracać uwagę na to, czy posiadają szerokie soczewki z filtrem UV do 400 nm z europejskimi certyfikatami [5] oraz filtr polaryzacji. Ścisłe przylegające goggle stanowią najskuteczniejszą formę ochrony przed UVR [17]. Intensywność promieniowania słonecznego jest największa w miesiącach letnich w godzinach 10:00-17:00 oraz wzrasta wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej [14]. Szyby samochodowe oraz okienne zatrzymują promieniowanie UVB, jednak przepuszczają promieniowanie UVA. Promieniowanie UVA odpowiada w większości za reakcje z lekami fotouczulającymi oraz za fotodermatozy, dlatego osoby z grupy ryzyka powinny stosować fotoprotekcję przez cały rok także przebywając w budynkach oraz samochodach [8]. Skóra dzieci do 3. roku życia oraz niemowląt jest cieńsza, charakteryzuje się zmniejszoną zawartością melaniny, większą utratą wody z naskórka oraz niepełną dojrzałością immunologiczną, przez co promieniowanie UVR penetruje głębiej, indukując większą ilość negatywnych następstw. Australian College of Dermatologists i Cancer Council Australia zaleca unikanie bezpośredniej ekspozycji na słońce dzieci do 12. miesiąca życia, natomiast Amerykańska Akademia Pediatrów do 6. miesiąca życia. AAP rekomenduje dzieciom po 6. miesiącu życia maksymalną ochronę przed promieniowaniem słonecznym, stosowanie filtrów UVB/UVA z SPF 30 na całą powierzchnię ciała. SPF = 30 jest minimalną wartością, jaką powinien posiadać krem ochronny dla dzieci. Preparaty z SPF 50 + powinny być zastosowane na skórę niemowląt, u dzieci z jasnym fototypem oraz ze skórą atopową. U dzieci do 2. roku życia

light for varying periods of time. The smallest UVR dose that causes visible, well-demarcated redness on the test skin is called MED (minimal erythema dose). SPF is the quotient of the MED of skin protected by sunscreen evenly distributed at a dose of 2 mg/cm<sup>2</sup> (MED<sub>protected</sub>) versus the MED of skin unprotected by sunscreen (MED<sub>unprotected</sub>). SPF does not specify how much longer we can stay exposed to sunlight. SPF = 20 specifies that the radiation dose that causes erythema after applying a given sunscreen can be 20 times higher than the radiation dose needed to cause erythema on unprotected skin [8, 18]. UVA radiation causes erythema much later than UVB, so the SPF index cannot be used to determine UVA protection [8]. PPD (persistent pigment darkening) is a persistent pigmentation method used in vivo to determine UVA-PF (UVA Protective Factor) approved by CEN 2006 and FDA 2007 [8, 19]. UVA-PF can be expressed using the PA+ scale or numerically. The Boots system is used to evaluate the effectiveness of UVA protection and is the quotient of UVA/UVB protection. It is expressed using stars from zero to a maximum of five. Five stars mean that the level of UVA protection is more than 91% of UVB protection [20]. The methods of immediate pigment darkening (IPD), protection factor in the UVA (PFA or APF) and critical wavelength also determine the degree of UVA protection [8].

Sunscreens are divided into physical and chemical filters [8, 21, 22]. Physical filters are titanium dioxide and zinc oxide. TiO<sub>2</sub> and ZnO reflect and scatter UV radiation. The effectiveness and safety of their use depend on the size of the particle and potential encrustation. Chemical filters are a larger group of chemical compounds, and they work by transforming the energy of electromagnetic radiation into heat, which is secondarily dissipated [22]. Chemical filters break down as a result of these reactions. In 2019, the FDA committed the monograph GRASE (Generally Recognized As Safe and Effective), which divides chemical compounds into three categories. In this monograph, the physical filters TiO<sub>2</sub> and ZnO in concentrations up to 25% are considered generally safe and effective. They belong to Category I. Category II includes the chemical compounds PABA and trolamine salicylate, whose risks of danger to health outweigh their benefits, which is scientifically proven. In Category III are chemical compounds used as UV filters, but there is insufficient scientific evidence for them to be designated

zaleca się stosowanie filtrów fizycznych, a u starszych dzieci także filtry chemiczne. Poparzenie słoneczne w okresie dzieciństwa zwiększa ryzyko rozwoju czerniaka [5].

## Rodzaje filtrów

Istnieją różne rodzaje kremów zawierających filtry UVR. Współczynnik ochrony przeciwsłonecznej SPF (Sun Protection Factor) jest najczęściej stosowanym na etykietach produktów ochrony przeciwsłonecznej. SPF określa stopień ochrony przed UVB. SPF mierzony jest poprzez wystawianie niewielkich obszarów skóry osób o fototypie skóry I-III wg Fitzpatricka na działanie symulowanego promieniowania słonecznego przez różne okresy czasu. Najmniejsza dawka UVR, która powoduje widoczne, dobrze odgraniczone zaczerwienienie na badanej skórze, nazywana jest MED (minimal erythema dose). SPF jest ilorazem MED skóry chronionej filtrem przeciwsłonecznym równomiernie rozłożonym w dawce 2 mg/cm<sup>2</sup> (MED<sub>protected</sub>) w stosunku do MED skóry niechronionej filtrem (MED<sub>unprotected</sub>). SPF nie określa, ile razy dłużej możemy przebywać wystawieni na promieniowanie słoneczne. SPF = 20 określa, że dawka promieniowania wywołująca rumień po zaaplikowaniu danego kremu z filtrem może być 20-krotnie wyższa niż dawka promieniowania potrzebna do wywołania rumienia na skórze niechronionej filtrem [8, 18]. Promieniowanie UVA powoduje rumień znacznie później niż UVB, dlatego wskaźnik SPF nie może zostać użyty celem określenia stopnia ochrony przed UVA [8]. PPD (persistent pigment darkening) jest metodą trwałej pigmentacji stosowaną in vivo celem określenia UVA-PF (UVA Protective Factor) zatwierdzonej przez CEN 2006 oraz FDA 2007 [8, 19]. UVA-PF może być wyrażany za pomocą skali PA+ lub liczbowo. System Bootsa służy do oceny skuteczności ochrony przed UVA i stanowi iloraz ochrony UVA/UVB. Wyrażany jest za pomocą gwiazdek od zera do maksymalnie pięciu. Pięć gwiazdek oznacza, że poziom ochrony UVA wynosi ponad 91% ochrony UVB [20]. Metody bezpośredniej pigmentacji IPD (immediate pigment darkening), wskaźnika ochrony przed UVA (protection factor in the UVA – PFA lub APF) oraz krytycznej długości fali również określają stopień ochrony przed UVA [8].

Filtry przeciwsłoneczne dzielimy na fizyczne oraz chemiczne [8, 21, 22]. Filtry fizyczne to

as GRASE [23]. **Table 1** summarizes UV filters by GRASE classification (**Table 1**). In the USA, the FDA considers UV filters as OCT drugs, while the European Union equates these substances with cosmetics [24]. The list of photoprotective substances approved in the European Union must meet the requirements of Regulation (EC) No. 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of November 30, 2009 on cosmetic products. According to the update of 29.08.2022, 29 photoprotective substances are currently permitted in the EU (**Table 2**) [27]. Sunscreens can cause contact eczema, photoallergic and phototoxic reactions, and skin irritation, but adverse effects are not common. Physical filters are the least likely to contribute to allergies, so they are recommended for children, people with sensitive skin and those prone to allergies.

dwutlenek tytanu oraz tlenek cynku.  $TiO_2$  oraz  $ZnO$  odbijają i rozpraszają promieniowanie UV. Skuteczność oraz bezpieczeństwo ich stosowania zależne jest od wielkości cząsteczki oraz ewentualnej inkrustacji. Filtry chemiczne stanowią większą grupę związków chemicznych, a ich działanie polega na transformacji energii promieniowania elektromagnetycznego na ciepło, które wtórnie jest rozpraszane [22]. Filtry chemiczne ulegają rozpadowi w wyniku tych reakcji. W 2019 roku FDA popełniło monografię GRASE (Generally Recognized As Safe and Effective), która dzieli związki chemiczne na trzy kategorie. W tej monografii filtry fizyczne  $TiO_2$  oraz  $ZnO$  w stężeniu do 25% uważane są za generalnie bezpieczne i efektywne. Przynależą one do kategorii I. Do kategorii II należą związki chemiczne PABA oraz salicylanu trolaminy, których

▼ **Table 1.** GRASE Classification (based on [23, 25])  
 ▼ **Tabela 1.** Klasyfikacja GRASE (adaptowane z [23,25])

Classification Klasyfikacja	UV filter Filtr UV	UV protection Ochrona UV
GRASE	$ZnO$ $TiO_2$	UVA/UVB UVA/UVB
Non-GRASE	aminobenzoic acid (PABA) trolamine salicylate	UVB UVB
More tests required Wymagana większa ilość badań	cinoxate dioxybenzone ensulizole homosalate meradimate octinoxate octisalate octocrylene padimate sulisobenzone benzophenone-3 avobenzone	UVB UVA/UVB UVB UVB UVA UVB UVB UVA/UVB UVB UVA/UVB UVA/UVB UVA

▼ **Table 2.** Spectrum of UV filter protection allowed in the EU (based on [24-27])  
 ▼ **Tabela 2.** Spektrum ochrony filtrów UV dopuszczonych w UE (adaptowane z [24-27])

Protection spectrum Spektrum ochrony	UVA	UVB	UVA/UVB
Name of chemical substance Nazwa substancji chemicznej	ecamsule avobenzone drometrizole trisiloxane methoxypropylamino cyclohexenylidene ethoxyethylcyanoacetate benzylidene camphor sulfonic acid bisdisulizole disodium diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate	padimate O PEG-25 PABA camphor benzalkonium methosulfate amiloxate polyacrylamidomethyl benzylidene camphor homosalate ensulizole cinoxate octinoxate octisalate	$ZnO$ $TiO_2$ octocrylene benzophenone-4 bemotrizinol phenylene bis-diphenyltriazin tris-biphenyl triazine diethylhexyl butamido triazone ethylhexyl triazone isoamyl p-methoxycinnamate enzacamene bisotrizole polysilicone-15 benzophenone-3 sulisobenzone

Octocrylene, benzophenone-3 and avobenzone are among the agents that can cause photoallergies [5]. Benzophenone-3, octinoxate, octocrylene, avobenzone can cause allergies [5, 14]. Octinoxate encapsulated in a suitable nanocapsule shows less allergenic effects [5].

## Summary

Photoprotection is an important factor in protecting against cancer, photoaging, inflammatory reactions in the skin and eye diseases. Proper use of photoprotective products and avoidance of sun exposure is key to achieving optimal protection.

ryzyko niebezpieczeństwa dla zdrowia przewyższa ich korzyści, co jest udowodnione naukowo. W kategorii III znajdują się związki chemiczne stosowane jako filtry UV, jednak brak jest wystarczających dowodów naukowych, aby mogły zostać określone jako GRASE [23]. W **tabeli 1** zestawiono filtry UV wg klasyfikacji GRASE (**Tabela 1**). W USA FDA uważa filtry UV jako leki OCT, natomiast Unia Europejska utożsamia te substancje z kosmetykami [24]. Lista substancji fotoprotekcyjnych dopuszczonych w Unii Europejskiej musi spełniać wymagania Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych. Zgodnie z aktualizacją z 29.08.2022 r. w UE obecnie dopuszczonych jest 29 substancji fotoprotekcyjnych (**Tabela 2**) [27]. Filtry przeciwsłoneczne mogą wywoływać wyprysk kontaktowy, reakcje fotoalergiczne i fototoksyczne oraz działać drażniąco na skórę, jednak działania niepożądane nie występują często. Filtry fizyczne najrzadziej przyczyniają się do powstawania alergii, dlatego zalecane są dzieciom, osobom ze skórą wrażliwą oraz skłoną do alergii. Octocrylene, benzophenone-3 i avobenzone należą do grupy czynników mogących wywołać fotoalergie [5]. Benzophenone-3, octinoxate, octocrylene, avobenzone mogą powodować alergię [5, 14]. Octinoxate zamknięty w odpowiedniej nanokapsułce wykazuje mniejsze działanie alergizujące [5].

## Podsumowanie

Fotoprotekcja stanowi ważny czynnik ochrony przed nowotworzeniem, fotostarzeniem, reakcjami zapalnymi w skórze oraz chorobami oczu. Prawidłowe stosowanie produktów fotoprotekcyjnych oraz unikanie ekspozycji na promieniowanie słoneczne jest kluczowe dla osiągnięcia optymalnej ochrony.

## Acknowledgements

### Conflict of interest statement

The author declares no conflict of interest.

### Funding sources

There are no sources of funding to declare.

## Oświadczenia

### Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autor deklaruje brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

### Źródła finansowania

Autor deklaruje brak źródeł finansowania.

## References / Piśmiennictwo

1. Muhammad A, Hassan Z, Mohammad SM, Rajamanickam S, Abed SM, Ashiq MGB. Realization of UV-C absorption in ZnO nanostructures using fluorine and silver co-doping. *Colloid and Interface Science Communications*. 2022. Volume 47. <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2022.100588>.
2. Kyselovic J, Masarik J, Kechemir H, Koscova E, Turudic II, Hamblin MR. Physical properties and biological effects of ceramic materials emitting infrared radiation for pain, muscular activity, and musculoskeletal conditions. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2022; 00: 1-13. doi: 10.1111/phpp.12799.
3. Mahendra CK, Ser HL, Pusparajah P, Htar TT, Chuah LH, Yap WH, et al. Cosmeceutical Therapy: Engaging the Repercussions of UVR Phototaging on the Skin's Circadian Rhythm. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(5):2884. <https://doi.org/10.3390/ijms23052884>.
4. Krutmann J, Schalka S, Watson REB, Wei L, Morita A. Daily photoprotection to prevent photoaging. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2021; 37: 482-489. <https://doi.org/10.1111/phpp.12688>.
5. Narbutt J, Wolska H, Kaszuba A, Langner A, Lesiak A, Maj J, et al. Photoprotection. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part 2: Sunscreen use. *Dermatology Review/Przegląd Dermatologiczny*. 2018; 105(1):30-40. doi:10.5114/dr.2018.74164.
6. Garmyn M, Young AR, Miller SA. Mechanisms of and variables affecting UVR photoadaptation in human skin. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2018, 17, 1932. DOI: 10.1039/c7pp00430c.
7. World Health Organization. Ultraviolet radiation. 2022, June 21. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>.
8. Narbutt J, Wolska H, Kaszuba A, Langner A, Lesiak A, Maj J, et al. Photoprotection. Recommendations of the Polish Dermatological Society. Part 1: Ultraviolet radiation and sunscreens. *Dermatology Review/Przegląd Dermatologiczny*. 2018;105(1):19-29. doi:10.5114/dr.2018.74163.
9. Teng Y, Yu Y, Li S, Huang Y, Xu D, Tao X et al. Ultraviolet Radiation and Basal Cell Carcinoma: An Environmental Perspective. *Front. Public Health*.2021. 9:666528. doi: 10.3389/fpubh.2021.666528.
10. Pfeifer G.P. Mechanisms of UV-induced mutations and skin cancer. *GENOME INSTAB. DIS.* 1, 99-113 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42764-020-00009-8>.
11. Wang K, Hou Y, Poudel B, Yang D, Jiang Y, Kang MG, et al. Melanin-Perovskite Composites for Photothermal Conversion. *Advanced Energy Materials*. October 4, 2019. Volume9, Issue37.1901753. <https://doi.org/10.1002/aenm.201901753>.
12. Kaszuba A, Adamski Z. *Dermatologia Poradnik lekarza praktyka*. Lublin 2012, ISBN:978-83-7563-015-2, p 1.
13. Mohania D, Chandel S, Kumar P, Verma V, Digvijay K, Tripathi D, et al. Ultraviolet Radiations: Skin Defense-Damage Mechanism. *Adv Exp Med Biol*. 2017;996:71-87. doi: 10.1007/978-3-319-56017-5\_7. PMID: 29124692.
14. Skotarczak K, Osmola-Mańkowska A, Lodyga M, Polańska A, Mazur M, Adamski Z. Photoprotection: facts and controversies. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2015; 98-112; pp. 98-100.
15. Gabros S, Nessel TA, Zito PM. *Sunscreens And Photoprotection*. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537164>.
16. Piacentini RD, Pierobon E, Piacentini AR, Salum GM. The Importance of the use of Clothes with Solar UV Protection. *Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering*. 2018. DOI: 10.19080/CTFTE.2018.03.555623.
17. Backes C, Religi A, Moccozet L, Behar-Cohen F, Vuilleumier L, Bulliard JL, et al. Sun exposure to the eyes: predicted UV protection effectiveness of various sunglasses. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 29, 753-764 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41370-018-0087-0>.
18. Berry EG, Bezecky J, Acton M, Sulmonetti TP, Anderson DM, Beckham HW et al. Slip versus Slop: A Head-to-Head Comparison of UV-Protective Clothing to Sunscreen. *Cancers*. 2022; 14(3):542. <https://doi.org/10.3390/cancers14030542>.
19. Hedayat K, Nasrollahi SA, Firooz A, Rastegar H, Dadgarnejad M. Comparison of UVA Protection Factor Measurement Protocols. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2020; 13: 351-358. Published online 2020 May 8. doi: 10.2147/CCID.S244898.
20. Andrews DQ, Rauhe K, Burns C, Spilman E, Temkin AM, Perrone-Gray S, et al. Laboratory testing of sunscreens on the US market finds lower in vitro SPF values than on labels and even less UVA protection. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2022; 38: 224-232. <https://doi.org/10.1111/phpp.12738>.
21. Dahabra L, Broadberry G, Le Gresley A, Najlah M, Khoder M. Sunscreens Containing Cyclodextrin Inclusion Complexes for Enhanced Efficiency: A Strategy for Skin Cancer Prevention. *Molecules*. 2021; 26(6):1698. <https://doi.org/10.3390/molecules26061698>.
22. Serpone N. Sunscreens and their usefulness: have we made any progress in the last two decades? *Photochem Photobiol Sci*. 2021 Feb;20(2):189-244. doi: 10.1007/s43630-021-00013-1. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33721254.
23. A Proposed Rule by the Food and Drug Administration.Sunscreen Drug Products for Over-the-Counter Human Use. 2019, February 26.Retrieved from <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/26/2019-03019/sunscreen-drug-products-for-over-the-counter-human-use>.
24. Sabzevari N, Qiblawi S, Norton SA, Fivenson D. Sunscreens: UV filters to protect us: Part 1: Changing regulations and choices for optimal sun protection. *Int J Womens Dermatol*. 2021 Jan 23;7(1):28-44. doi: 10.1016/j.ijwd.2020.05.017. PMID: 33537394; PMCID: PMC7838247.
25. Clark KJ, Fowler Braga SF, Dalton EE. Keys to Sunburn Treatment and Prevention. *US Pharm*. 2021;46(8):39-42.
26. Marionnet C, de Dormael R, Marat X, Roudot A, Gizard J, Planel E, et al. Sunscreens with the New MCE Filter Cover the Whole UV Spectrum: Improved UVA1 Photoprotection In Vitro and in a Randomized Controlled Trial. *JID Innovations*. 2022. Volume 2. Issue 1. 100070. ISSN 2667-0267. <https://doi.org/10.1016/j.xjidi.2021.100070>.
27. Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. *Cosmetic ingredient database (CosIng) – List of UV filters allowed in cosmetic products*. 01.02.2016, February 01, Annex VI, Last update:2022, August 29. Retrieved from <https://data.europa.eu/data/datasets/cosmetic-ingredient-database-list-of-uv-filters-allowed-in-cosmetic-products?locale=en>.

Acceptance for editing: **28-11-2022**  
Artykuł przyjęty do redakcji:

Acceptance for publication: **28-11-2022**  
Artykuł zaakceptowany do publikacji: