

Г.В. Головащенко<sup>1</sup>, О.В. Гаврилюк<sup>2</sup>, А.А. Калашніков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Державне підприємство "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя" Міністерства охорони здоров'я України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

## БЕЗПЕЧНІСТЬ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ СУЧАСНИХ СОНЦЕЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ: ТЕНДЕНЦІЇ, ВИМОГИ ТА РЕАЛІЇ

**РЕЗЮМЕ.** Зростання поширеності раку шкіри привертає пильну увагу лікарів до цієї проблеми. Так, аби запобігти цьому захворюванню треба заохочувати використання сонцезахисних засобів населенням. Сонцезахисний фактор (англ. Sun Protection Factor, SPF) – це основний орієнтир вибору необхідного рівня захисту в умовах інсоляції. Міжнародні рекомендації схвалюють застосування препаратів із високими сонцезахисними показниками (SPF засоби). Але на практиці реєструються непоодинокі випадки недостовірності інформації від виробників косметичних засобів.

**Мета.** Підвищити ефективність та безпеку застосування сонцезахисних засобів шляхом формування рекомендацій на підставі аналізу українського ринку SPF засобів.

**Матеріали та методи.** Проведено ретроспективний аналіз статей досліджень, що містяться в базах даних PubMed, MEDLINE, EMBASE, Cochrane та Scopus; даних із відкритих джерел, що характеризують косметологічний ринок України; використано методи системного та порівняльного аналізу.

**Результати.** Ультрафіолетове випромінювання – один із основних факторів, що спричиняє розвиток онкопроліферативних захворювань шкіри в людини. Отже, рак шкіри є поширеною онкологічною патологією серед населення, а у випадку меланоми – взагалі основний тригерний фактор. Запобігти появі та розвитку цих захворювань можна використовуючи сонцезахисні препарати. Первинна профілактика раку шкіри відповідає стратегіям провідних медичних організацій. Вони підтверджують необхідність використання SPF засобів із високими показниками захисту (високий SPF показник). Разом з тим сонцезахисні косметичні продукти, навіть з однаковим числом SPF, мають різні показники ефективності в умовах інсоляції.

**Висновок.** Ультрафіолетове випромінювання – основний фактор розвитку меланоми, базальноклітинного і плоскоклітинного раку шкіри. Використання сонцезахисних засобів знижує шкідливий вплив ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Їх рекомендують міжнародні медичні організації. Сьогодні їхнє використання набуває популярності серед населення, проте потребує закріплення необхідності контролю за ними на законодавчому рівні.

**Ключові слова:** сонцезахисні засоби, SPF, SPF засоби, ультрафіолетове випромінювання, сонцезахисні фільтри.

Н. Holovashchenko<sup>1</sup>, О. Havrylyuk<sup>2</sup>, А Kalashnikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Healthcare, Ukraine (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## CONSUMER SAFETY OF MODERN SUNSCREEN PRODUCTS: TRENDS, REQUIREMENTS AND REALITIES

**ABSTRACT.** The increasing incidence of skin cancer is prompting health professionals to encourage the population to use sun protection products. Sun Protection Factor (SPF) as an indicator is the main criterion for choosing the necessary level of protection under the insolation conditions. International recommendations approve the use of preparations with high sun protection factor indices (SPF products), but in practice, frequent cases of inaccurate information by manufacturers of cosmetics have been registered.

**Aim.** To enhance the effectiveness and safety of sun protection products use by developing recommendations based on an analysis of the Ukrainian market of SPF products.

**Materials and Methods.** A retrospective analysis of research articles from PubMed, MEDLINE, EMBASE, Cochrane and Scopus databases were performed; open sources data which characterize the cosmetology market of Ukraine were analysed; methods of systematic and comparative analysis were applied.

**Results.** Ultraviolet radiation is one of the main factors that cause the development of oncoproliferative skin diseases in humans, which makes skin cancer a common oncological pathology among the population, and in the case of melanoma it is generally the main trigger factor. The appearance and development of these diseases can be prevented by using sun protection products. Primary skin cancer prevention corresponds to the strategies of leading medical organizations, which confirm the need to use SPF products with high protection factors (high SPF index). At the same time, cosmetic sun protection products, even with the same SPF value, demonstrate different performance indicators under insolation conditions.

**Conclusion.** *Ultraviolet radiation is a major factor in the development of melanoma, basal cell and squamous cell skin cancers. The use of sun protection products reduces the harmful effects of ultraviolet (UV) radiation and is recommended by international medical organizations. Nowadays, their use is gaining popularity among the population; however, the need to control them at the legislative level has to be addressed.*

**Keywords:** *sun protection products, SPF, SPF products, ultraviolet radiation, sunscreen filters.*

**Вступ.** Щороку в травні в багатьох країнах світу відзначають місяць обізнаності щодо раку шкіри – однієї з найпоширеніших груп онкологічних захворювань. Міністерство охорони здоров'я України інформує, що за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), протягом 2022 р. було виявлено понад 1,5 мільйона нових випадків раку шкіри, серед яких діагностується меланома – найнебезпечніше злоякісне новоутворення шкіри, що розвивається з пігментних клітин (меланоцитів).

У тому ж 2022 році у світі було діагностовано 330 тис. нових випадків меланоми, з яких приблизно 60 тис. були смертельними. За інформацією Національного канцерреєстру, в Україні у 2022–2023 роках було вперше виявлено 5051 випадок меланоми, на початок 2023 р. з цим діагнозом на обліку перебували понад 31 тис. осіб [1].

Як відомо, основною причиною виникнення меланоми, базальноклітинної та плоскоклітинної карциноми шкіри є сонячне УФ випромінювання [2, 3]. Встановлено, що найбільш помітне зростання захворюваності на меланому відбувається серед світлошкірого населення країн з помірним рівнем інсоляції. Наприклад, Датський реєстр раку в 1950 р. задокументував один випадок меланоми на 100 тис. населення, у 1970 р. – 3 випадки на 100 тис. населення, а прогнозний показник на 2036 р. становить 50–70 випадків на 100 тис. населення [4].

Аналогічна тенденція характерна для багатьох країн ЄС, США, Великої Британії та ін. Розуміючи актуальність питання, робоча група експертів, до складу якої ввійшли клініцисти та дослідники з Африки, Америки, Азії, Австралії та Європи, разом із науковими товариствами (Європейська асоціація дерматоонкології, Euro-melanoma, Euroskin, Європейська спілка медичних спеціалістів та Всесвітнє товариство меланоми) спільно сформуvalи науково обґрунтовані рекомендації з фотозахисту як стратегії запобігання раку шкіри, а саме: людям зі світлою шкірою, особливо дітям, слід звести до мінімуму вплив УФ

**Introduction.** Every year in May, many countries around the world mark Skin Cancer Awareness Month as skin cancer is one of the most common groups of oncological diseases. The Ministry of Healthcare of Ukraine informs that according to the World Health Organization (WHO), more than 1.5 million new cases of skin cancer were detected in 2022, among which melanoma – the most dangerous malignant tumour of the skin, which develops from pigment cells (melanocytes) – is diagnosed.

In the same year, 330 thousand new cases of melanoma were diagnosed in the world, of which about 60 thousand were fatal. According to the National Cancer Registry, in Ukraine in 2022–2023, 5051 cases of melanoma were detected for the first time, and at the beginning of 2023, more than 31 thousand people with this diagnosis were registered [1].

As it is known, solar UV radiation is the main cause of melanoma, basal cell and squamous cell carcinoma of the skin [2, 3]. It was established that the most noticeable increase in the incidence of melanoma occurs among the fair-skinned population of countries with a moderate level of insolation. For example, the Danish Cancer Registry documented one case of melanoma per 100 thousand population in 1950, in 1970 – 3 cases per 100 thousand population, and the forecast figure for 2036 is 50–70 cases per 100 thousand population [4].

A similar trend is characteristic for many EU countries, the USA, the UK, etc. Understanding the urgency of the issue, a working group of experts, which included clinicians and researchers from Africa, America, Asia, Australia and Europe, together with scientific societies (European Association of Dermato-Oncology, Euro-melanoma, Euroskin, European Union of Medical Specialists and Melanoma World Society) jointly formulated scientifically based recommendations on photo protection as a strategy

випромінювання та рекомендується вживати заходи захисту в разі, коли УФ індекс сягає 3 або вище. УФ індекс є стандартним міжнародним показником УФ випромінювання. Його значення починаються з «0» і можуть перевищувати «10». Чим більше число, тим більше ймовірність пошкодження шкіри та очей і тим менше знадобиться часу, щоб завдати шкоди [5].

З метою профілактики раку шкіри міжнародні організації схвалюють застосування сонцезахисних засобів (англ. Sun Protection Factor, SPF) із високими сонцезахисними показниками. Але виробники таких косметичних засобів не завжди надають достовірну інформацію про справжні сонцезахисні властивості своїх виробів та їхню безпечність для споживачів, що виявив порівняльний аналіз ринку SPF засобів.

**Мета роботи.** Підвищити ефективність та безпеку застосування сонцезахисних засобів шляхом формування рекомендацій на підставі аналізу українського ринку SPF засобів.

**Матеріали та методи.** Проведено ретроспективний аналіз статей, досліджень, що містяться в базах даних PubMed, MEDLINE, EMBASE, Cochrane та Scopus; даних із відкритих джерел, що характеризують косметологічний ринок України; використано методи системного та порівняльного аналізу.

**Результати дослідження.** Ефекти, пов'язані зі впливом сонячного світла добре відомі. Так, опромінення шкіри УФА і УФВ променями можуть спричинити сонячний опік, передчасне старіння, а також рак шкіри. Комерційні сонцезахисні фільтри зазвичай містять у собі компоненти, здатні відбивати або поглинати УФ світло. Вони можуть містити, наприклад: неорганічні оксиди, зокрема оксид цинку і діоксид титану, а також органічні сонцезахисні засоби.

В цілому, населення здебільшого занепокоєне наявними ефектами впливу сонячного світла, наприклад, опіком, що викликає почервоніння шкіри, ніж іншими, візуально менш помітними ефектами. Тому комерційні сонцезахисні композиції оцінюються за допомогою сонцезахисного фактора – SPF.

ІЗА є мірою часу, який необхідний для почервоніння шкіри під шаром композиції в порівнянні з необробленою шкірою.

for preventing skin cancer, namely: people with fair skin, especially children, should minimize exposure to UV radiation and it is recommended to take protective measures when the UV index reaches 3 or higher (the UV index is a standard international indicator of UV radiation. Its values start from “0” and can exceed “10”. The higher is the number, the greater is the likelihood of skin and eye damage and the less time it will take to cause harm) [5].

In order to prevent skin cancer, international organizations approve the use of sun protection products (SPF products) with high sun protection values. However, manufacturers of such cosmetics do not always provide reliable information about the real sun protection properties of their products and their safety for consumers, as was revealed by a comparative analysis of the sun protection products market.

**Aim.** To enhance the effectiveness and safety of sun protection products use by developing recommendations based on an analysis of the Ukrainian market of SPF products.

**Materials and Methods.** A retrospective analysis of research articles from PubMed, MEDLINE, EMBASE, Cochrane and Scopus databases were performed; open sources data which characterize the cosmetology market of Ukraine were analysed; methods of systematic and comparative analysis were applied.

**The research results.** The effects of sunlight exposure are well known. For example, exposure to UVA and UVB rays can cause sunburn, premature aging, and skin cancer. Commercial sun protection products typically contain ingredients that can reflect or absorb UV light, such as inorganic oxides – zinc oxide and titanium dioxide, as well as organic sunscreens.

In general, the public is more concerned about the visible effects of sunlight exposure, such as sunburn, which cause skin redness, than about other, less visually noticeable effects. Therefore, commercial sun protection formulations are judged by a Sun Protection Factor (SPF).

The SPF is a measure of the time it takes for the skin to redden under a layer of the

Наприклад, SPF 20 показує, що під шаром композиції на шкірі у  $2 \text{ mg/cm}^2$  для її почервоніння потрібен період часу, у 20 разів більший порівняно з необробленою шкірою. Таке почервоніння викликається, головним чином, УФВ променями. При цьому не існує відповідного фактора для оцінки ефектів УФА світла, навіть не зважаючи на те, що останнє може бути більш небезпечним у довгостроковій перспективі.

Більшість сонцезахисних засобів поглинають світло тільки частини УФА і УФВ спектрів, тому у випадку якщо необхідно отримати захисний ефект, що охоплює УФА і УФВ спектр, необхідно застосовувати поєднання різноманітних органічних сонцезахисних засобів.

Деякі органічні сонцезахисні засоби та інші компоненти сонцезахисних композицій є стабільними в УФ світлі, інші є світлочутливими, та можуть після УФ опромінення деградувати або ініціювати деградацію іншого інгредієнта композиції.

Зростання показника поширеності раку шкіри стимулює медичних працівників заохочувати використання сонцезахисних засобів серед населення. SPF показник є основним орієнтиром вибору необхідного рівня захисту в умовах інсоляції. Чим він вищий, тим вищим є рівень захисту.

Встановлено, що захворюваність та смертність від меланоми серед населення зі світлим типом шкіри значно вища, ніж у людей з темним типом, небезпека визначається за шкалою американського дерматолога Томаса Б. Фіцпатріка від I до IV. Кератиноцитарний рак має вищі показники поширеності саме серед осіб зі світлим відтінком шкіри порівняно з тими, у кого шкіра менш чутлива до впливу сонця та має темніший відтінок. При цьому найбільша щільність меланоцитів на одиницю площі шкіри спостерігається на ділянках, які найчастіше потрапляють під дію сонця, а саме обличчя, голова та шия.

За оцінками експертів, у популяції зі світлою шкірою до 95 % випадків кератиноцитарного раку шкіри та 70–95 % шкірних меланом викликані УФ випромінюванням [2, 3]. У зв'язку з цим, значну частину випадків раку шкіри можна попередити, зменшивши надмірний вплив УФ випромінювання за допомогою ефективного сонцезахисту [4].

composition compared to untreated skin. For example, an SPF of 20 indicates that under a layer of the composition of  $2 \text{ mg/cm}^2$  of the skin it takes 20 times longer for it to redden compared to untreated skin. This reddening is caused mainly by UVB rays. However, there is no appropriate factor to assess the effects of UVA light, even though the latter may be more dangerous in the long term.

Most sun protection products absorb the light of the UVA and UVB spectra only partially. To obtain a protective effect that covers both the UVA and UVB spectrum, it is necessary to use a combination of various organic sunscreens.

Some organic sunscreens and other components of sun protection compositions are stable in UV light, others are photosensitive, and may degrade or initiate degradation of another ingredient of the composition upon UV exposure.

The increasing incidence of skin cancer is prompting health professionals to encourage the use of sun protection products among the population. The SPF index is the main criterion for choosing the necessary level of protection under the insolation conditions. The higher it is the higher is the level of protection.

It has been established that the incidence and mortality from melanoma among the population with a light skin type is significantly higher than among people with a dark type, the danger is determined according to the scale by American dermatologist Thomas B. Fitzpatrick from I to IV.

Thus, keratinocyte carcinoma (Fig. 1) has higher prevalence rates among individuals with light skin tones compared to those whose skin is less sensitive to the sun and is of a darker shade.

At the same time, the highest density of melanocytes per unit area of skin is observed in areas that are most often exposed to the sun, such as face, head, and neck.

Experts estimate that in fair-skinned populations, up to 95 % of keratinocyte skin cancers and 70–95 % of cutaneous melanomas are caused by UV radiation [2, 3]. Therefore, a significant proportion of skin cancers can be prevented by reducing excessive UV radiation exposure through effective sun protection [4].

Сьогодні не викликає сумнівів, що застосування засобів захисту від сонця є одним із головних компонентів первинної профілактики онкологічних захворювань шкіри. Ці засоби випускаються у формі крему, спрею, пудри, лосьйону тощо. Їх наносять на шкіру, аби послабити дію УФ випромінювання сонця або інших джерел, знизити вірогідність шкідливого впливу. У 1962 році вчений Franz Greiter представив концепцію Sun protection factor (SPF), яка стала світовим стандартом ефективності сонцезахисних засобів. Відтоді розробка SPF продуктів постійно розвивається і сучасні сонцезахисні засоби показують свою ефективність за умови раціонального використання.

Шкідлива дія сонячних променів на шкіру, яку мають мінімізувати сонцезахисні засоби, крім ризику онкогенезу, – це сонячні опіки, фотостаріння, шкірні висипання або подразнення, викликані УФ випромінюванням. Вони також відомі як фотодерматози.

Характеризуючи вплив сонячного випромінювання на людину, слід зазначити, що УФ випромінювання (100-400 нанометрів, нм) становить лише 5-10 % земного сонячного світла, з яких набагато небезпечнішим є «В» спектр – УФВ (280-315 нм), на який припадає 5 %, решту – 95 % представляє «А» спектр – УФА (315-400 нм). Обидва УФВ і УФА спектри мають шкідливий вплив на шкіру, але УФВ більш активний. Спектр УФА, хоч і менш агресивний, але присутній постійно, тому для оптимальної дії SPF засоби повинні забезпечувати високий рівень захисту як від ультрафіолету UVA, так і від ультрафіолету УФВ. SPF засоби також виявилися ефективними з різними показниками дії проти розвитку актиничного кератозу, плоскоклітинної карциноми, фотостаріння, базальноклітинної карциноми та профілактики меланоми [5].

Головною складовою частиною композиції косметичних SPF засобів, яка може містити один або кілька активних інгредієнтів – сполук, які поглинають, розсіюють або відбивають УФ випромінювання, є сонцезахисні фільтри, які поділяються на дві категорії: хімічні (хімічні поглиначі випромінювання старого і нового покоління) та фізичні сонцезахисні фільтри (утворюють захисний шар, який працює по типу дзерка-

Today there is no doubt that the use of sun protection products is one of the main components of the primary prevention of skin cancer. Sun protection products are sold in the form of cream, spray, powder, lotions, etc. These are cosmetic forms that are applied to the skin to lessen the effect of UV radiation from the sun or other sources, reducing the likelihood of its harmful effects. In 1962, scientist Franz Greiter introduced the concept of Sun Protection Factor (SPF), which has become the world standard for the effectiveness of sun protection products. Since then, the development of SPF products has been constantly evolving and modern sun protection products show their effectiveness when used appropriately.

The harmful effects of sunlight on the skin, which sun protection products are designed to minimize, in addition to the risk of oncogenesis, manifest themselves in the form of sunburn, photo aging, skin rashes or irritations caused by UV radiation, also known as photo dermatoses.

When characterizing the effect of solar radiation on humans, it should be noted that UV radiation (100–400 nanometres, nm) accounts for only 5–10 % of terrestrial sunlight, of which the B spectrum – UVB (280–315 nm) is much more dangerous, accounting for 5 %, the remaining 95 % is represented by the A spectrum – UVA (315–400 nm). Both UVB and UVA spectra have a harmful effect on the skin, but UVB is more active. The UVA spectrum, although less aggressive, is constantly present. Therefore, for optimal performance, SPF products must provide a high level of protection against both UVA and UVB ultraviolet rays. SPF products have also shown to be effective, with different indicators of action, against the development of actinic keratosis, squamous cell carcinoma, photoaging, basal cell carcinoma and for melanoma prevention [5].

The main component of the composition of cosmetic SPF products, which may contain one or more active ingredients – compounds that absorb, scatter or reflect UV radiation, are sunscreens, which are divided into two categories: chemical (chemical radiation

ла, відбиваючи та розсіюючи УФ промені).

Фізичні сонцезахисні фільтри представлені діоксидом титану (лат. Titanium Dioxide) та оксидом цинку (лат. Zinc Oxide).

Діоксид титану та оксид цинку зазвичай вводять у сонцезахисну композицію у вигляді ультратонких (20-50 нм) часток, так званих мікрорефлекторів. Частки, розмір яких становить менше 10 % довжини хвилі падаючого світла розсіюють світло згідно із законом Релея, відповідно до якого інтенсивність розсіяного світла зворотно пропорційна біквдрату довжини хвилі. Як наслідок, здебільшого розсіюють УФВ світло (довжина хвилі якого становить від 280 до 320 нм) і УФА світло (з довжиною хвилі від 315 до 400 нм), ніж видиме світло з більшою довжиною хвиль, запобігаючи сонячним опікам, залишаючись непомітними на шкірі.

За рахунок твердих частинок фізичні сонцезахисні фільтри розсіюють і відбивають УФ випромінювання, хоча деякі сучасні продукти з наночастинок оксиду металу також здатні поглинати його. Діоксид титану та оксид цинку – це хімічно інертні оксиди металів. Фізичні фільтри захищають від спектра випромінювання УФВ та певною мірою від видимого випромінювання спектра УФА. Препарати на основі фізичних фільтрів, як правило, густі, непрозорі, можуть створювати ефект «віблювання» обличчя та є косметично неприйнятними для багатьох людей [5].

На косметичному ринку України представлено багато брендів, які використовують фізичні фільтри. Згідно з даними відкритих джерел та інформації, яку безпосередньо надають виробники, фізичні фільтри у складі сонцезахисних засобів активно використовують такі компанії як:

- IS Clinical (Eclipse SPF50+) [6],
- Zo Skin Health (Sheer Fluid Broad-Spectrum Sunscreen SPF 50) [7],
- HydroPeptide (Solar Defense SPF 50 Non-Tinted) [8],
- OLEHENRIKSEN (BANANA BRIGHT MINERAL SUNSCREEN SPF 30) [9],
- CLINIQUE (Superdefense City Block Broad Spectrum SPF 50) [10],

Проте, ці засоби можуть мати незадовільні органолептичні властивості, викликати віблювання шкіри та неприйнятний естетичний результат. Тому останнім часом

absorbers of the old and new generation) and physical sunscreens (form a protective layer that works like a mirror, reflecting and scattering UV rays).

Physical sunscreens are represented by titanium dioxide (Latin: Titanium Dioxide) and zinc oxide (Latin: Zinc Oxide).

Titanium dioxide and zinc oxide are usually incorporated into SPF products formulations as ultra-fine (20-50 nm) particles, called micro reflectors. Particles, which are smaller than 10 % of the wavelength of incident light, scatter light according to Rayleigh's law, which states that the intensity of scattered light is inversely proportional to the fourth power of the wavelength. As a result, they scatter UVB light (wavelengths between 280 and 320 nm) and UVA light (wavelengths between 315 and 400 nm) more than visible light with longer wavelengths, preventing sunburn while remaining invisible on the skin.

Physical sunscreens use solid particles to scatter and reflect UV radiation, although some modern products with metal oxide nanoparticles are also able to absorb it. Titanium dioxide and zinc oxide are chemically inert metal oxides. Physical sunscreens protect against the UVB spectrum and to some extent against visible UVA radiation. Physical sunscreens are usually thick, opaque, can have a 'whitening' effect on the face, and are cosmetically unacceptable to many people [5].

There are many brands that use physical sunscreens on the Ukrainian cosmetic market. According to open sources and information provided directly by manufacturers, physical filters in SPF products are actively used by such companies as:

- IS Clinical (Eclipse SPF50+) [6],
- Zo Skin Health (Sheer Fluid Broad-Spectrum Sunscreen SPF 50) [7],
- HydroPeptide (Solar Defense SPF 50 Non-Tinted) [8],
- OLEHENRIKSEN (BANANA BRIGHT MINERAL SUNSCREEN SPF 30) [9],
- CLINIQUE (Superdefense City Block Broad Spectrum SPF 50) [10],

However, these products may have unsatisfactory organoleptic properties, cause skin whitening and unacceptable aesthetic results.

почали з'являтися композиції з мікронізованими або наночастинками, які містять компоненти діаметром менше 100 нм, що покращує прозорість і косметичну прийнятність фізичних фільтрів у складі сонцезахисних засобів.

Для досягнення вищого показника SPF фізичні фільтри можуть поєднувати з органічними хімічними поглиначами. Але результати використання фізичних фільтрів на основі наночастинок викликають застереження щодо їхньої безпеки. Так, засоби, які містять нанодіоксид титану, можуть спричинити нетипову реакцію на сонячне випромінювання порівняно зі звичайними формами того ж компонента. Пов'язано це з тим, що електрони нанометалів у складі фізичних фільтрів розташовані таким чином, що викликають квантовий ефект. Також під час впливу УФ випромінювання, а іноді навіть без нього, може відбуватися утворення вільних радикалів. Дослідження підтверджують можливість їхнього проникнення в роговий шар шкіри [5]. Це обумовлено тим, що поглинання УФ променів можливе завдяки напівпровідниковим властивостям металу. Зокрема, електрони діоксиду титану мають здатність переходити з валентної зони до зони провідності. Цей процес характеризується утворенням вільних електронів і, як наслідок, активних форм кисню (АФК). Кінцевими продуктами даних реакцій є поява гідроксильних радикалів, пероксиду водню, супероксид-аніон-радикалів, які становлять групу АФК і порушують функцію клітин [11]. У фізіологічних умовах АФК, що утворюються, зазвичай швидко нейтралізуються антиоксидантними системами клітини. Надмірне утворення окислювачів викликає дисбаланс між оксидантами та антиоксидантними процесами і призводить до розвитку окислювального стресу. Доведено, що окислювальний стрес спричиняє виникнення багатьох хронічних захворювань у людини, зокрема онкологічних [12].

Значна кількість наукових досліджень присвячена впливу наночастинок титану на клітинні лінії людини в експериментах «in vitro». Зокрема, клітини шкіри, кератиноцити, після впливу наночастинок діоксиду титану продемонстрували зниження життєздатності та зупинку клітинного поділу [13]. Діоксид титану з розміром частинок < 100 нм був протестований на лінії мета-

Therefore, recently, compositions with micronized or nanoparticle components with a diameter of less than 100 nm have begun to appear, which improves the transparency and cosmetic acceptability of physical filters in sun protection products.

To achieve a higher SPF value, physical filters can be combined with organic chemical absorbers. However, the results of the use of physical filters based on nanoparticles raise concerns about their safety. For example, products containing nano-titanium dioxide can cause an atypical reaction to solar radiation compared to conventional forms of the same component. This is due to the fact that the electrons of nanometals in the composition of physical filters are arranged in such a way that they cause a quantum effect; in addition under the exposure to UV radiation, and sometimes even without it, the formation of free radicals can occur. Studies also confirm the possibility of their penetration into the stratum corneum of the skin [5]. This happens because of the absorption of UV rays which is possible due to the semiconducting properties of the metal. In particular, the electrons of titanium dioxide have the ability to move from the valence band to the conduction band. This process is characterized by the formation of free electrons and, as a result, reactive oxygen species (ROS). The ultimate by-products resulting from these reactions are the manifestation of hydroxyl radicals, hydrogen peroxide, superoxide anion radicals, which constitute the group of ROS and disrupt cell function [11]. Under physiological conditions, the ROS formed are usually quickly neutralized by the antioxidant systems of the cell. Excessive formation of oxidants causes an imbalance between oxidants and antioxidant processes and leads to the development of oxidative stress. It has been proven that oxidative stress contributes to the occurrence of many chronic diseases in humans, including cancer [12].

A significant amount of scientific research has been devoted to the effect of titanium nanoparticles on human cell lines in in vitro experiments. In particular, skin cells, keratinocytes, after exposure to titanium dioxide

статичних клітин меланоми людини. У результаті спостерігалось зниження метаболічної активності клітин та їхньої цитотоксичної відповіді [14].

Відомо, що тривалі наслідки окисного стресу призводять до підвищеного рівня малонового діальдегіду та зниження концентрації супероксиддисмутази. Як наслідок, наночастинки титану при місцевому нанесенні на шкіру протягом тривалого часу можуть призводити до ефекту швидкого старіння шкіри [15]. У наукових колах тривають дискусії щодо можливого проникнення наночастинок титану через пошкоджену шкіру.

Сонцезахисні креми часто наносять на шкіру, яка вже піддавалась агресивному впливу сонячного випромінювання, була зневоднена внаслідок дії УФ-випромінювання, має зміни захисного шару після косметичних процедур (наприклад, хімічний пілінг), або була подразнена факторами навколишнього середовища (вітер, морська вода, пісок). Слід зазначити, що будь-які зміни у складі ліпідів, що викликані пошкодженнями шкіри, можуть порушити її бар'єрну функцію та сприяти проникненню наночастинок металів [16].

Використання наночастинок в якості фізичних фільтрів має свої нюанси, які слід враховувати. Так, наноформи фізичних фільтрів мають неоднакові розміри та характеристики, що може визначати їхню дію. Наприклад, для захисту від УФА спектра, мікродисперсний оксид цинку ефективніший, ніж діоксид титану, проте менш дієвий проти УФВ-випромінювання, яке найбільш агресивне. Мікродисперсний діоксид титану має менший розмір частинок і вищий показник заломлення, ніж оксид цинку. Але фотохімічні реакції фізичних фільтрів призводять до того, що оксид цинку та діоксид титану стають менш ефективними як сонцезахисні засоби [17].

Не менш важливим є те, що сонцезахисні креми часто використовуються у формі спрею, і такий спосіб застосування може спричинити потенційні ризики для здоров'я шляхом вдихання наночастинок діоксиду титану. Це питання стосується емульсій або масляних спреїв, піни, а також димок і пудри. Розпилювані форми стають все більш поширеними серед споживачів через легкість їхнього використання [12].

nanoparticles demonstrated a decrease in viability and a termination of cell division [13]. Titanium dioxide with a particle size of < 100 nm was tested on a metastatic human melanoma cell line. As a result, a decrease in the metabolic activity of the cells and their cytotoxic response was observed [14].

It is known that the long-term effects of oxidative stress lead to increased levels of malondialdehyde and decreased concentrations of superoxide dismutase. As a result, titanium nanoparticles, when applied topically to the skin for a long time, can result in accelerated skin aging [15]. There is an ongoing debate in scientific circles about the possible penetration of titanium nanoparticles through damaged skin.

Sun protection products are often applied to skin that has already been exposed to aggressive solar radiation, has been dehydrated due to UV radiation, has undergone changes in the protective layer following cosmetic procedures (e.g., chemical peels), or has been irritated by environmental factors (wind, seawater, sand). It should be noted that any changes in the lipid composition caused by skin damage can disrupt its barrier function and facilitate the penetration of metal nanoparticles [16].

The use of nanoparticles as physical filters has its own peculiarities that should be taken into account. Thus, nanoforms of physical filters are of different sizes and characteristics, which can determine their effect. For example, for protection against the UVA spectrum, micro dispersed zinc oxide is more effective than titanium dioxide, but it is less effective against UVB radiation, which is the most aggressive. Micro dispersed titanium dioxide has a smaller particle size and a higher refractive index than zinc oxide. However, photochemical reactions of physical filters cause zinc oxide and titanium dioxide to become less effective as sunscreens [17].

Furthermore, sun protection products are often used in spray form, and this method of application may pose potential health risks through inhalation of titanium dioxide nanoparticles. These concerns are applicable to emulsions or oil sprays, foams, and mists

Останні дослідження показали, що діоксид титану може спричиняти токсичну дію на легені. Потрапляння наночастинок у дихальні шляхи може спровокувати запальний процес, фіброз і обструкцію міжальвеолярних перетинок шляхом ініціації утворення АФК. В експерименті помічено, що вплив високої дози діоксиду титану на тваринних моделях значно збільшував кількість нейтрофілів у рідині бронхоальвеолярного лаважу та провокував розвиток запалення [18]. В експериментальних умовах він у формі наночастинок негативно впливав на клітини альвеолярного епітелію людини, спричиняючи їхнє пошкодження та призводячи до зниження функції легень [19].

Результати аналізів клінічних моделей застосування наночастинок діоксиду титану показують, що вони проникають у дихальні шляхи, накопичуються в легенях, призводять до негативних змін показників дихальної функції та запальних процесів [11].

З огляду на це Науковий комітет з безпеки споживачів (англ., Scientific Committee on Consumer Safety, SCCS) не рекомендує використовувати наночастинок діоксиду титану в засобах, які можуть потрапляти до організму та здійснювати негативний вплив при диханні, наприклад у порошках або продуктах, що розпилюються. Існує також ризик подразнення шкіри та очей. Здатність до утворення вільних радикалів посилює їхні токсичні ефекти. Тому, виробникам сонцезахисних засобів рекомендується уникати застосування наночастинок діоксиду титану [20].

У підсумку, враховуючи потенційні негативні системні ефекти наночастинок оксиду титану, місцеві реакції фототоксичності та утворення вільних радикалів, варто відзначити засоби, які містять фізичні нанофільтри, згідно з аналізом інформації з відкритих джерел:

- Cellular Swiss UV Protection Veil SPF 50, La Prairie ( [21],
- Ultra Facial Defense SPF 50+ (SkinCeuticals) [22],
- Ultra Light Daily UV Defense SPF 50 PA++++ (KIEHL'S) [23],
- Soin Protecteur 100% Écrans Minéraux (INSTITUT ESTHEDERM) [24].

Характеризуючи хімічні фільтри SPF засобів, слід зазначити, що хімічні поглиначі – це сполуки з ароматичною кільцевою

and powders. Spray forms are becoming increasingly popular among consumers due to their ease of use [12].

Recent studies have shown that titanium dioxide has the potential to induce toxic effect on lungs. Inhalation of nanoparticles into the respiratory tract can provoke inflammation, fibrosis, and obstruction of the interalveolar space by initiating the formation of ROS. In an experiment, it was observed that high doses of titanium dioxide in animal models significantly increased the number of neutrophils in the bronchoalveolar lavage fluid and provoked the development of inflammation [18]. Under experimental conditions, titanium dioxide in the form of nanoparticles had a harmful effect on human alveolar epithelial cells, causing their damage and leading to a decrease in lung function [19].

The findings of analyses of clinical models of titanium dioxide nanoparticles demonstrate that they have the capacity to penetrate the respiratory tract, accumulate in the lungs, and result in harmful changes in respiratory function and inflammatory processes [11].

In view of this, the Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) does not recommend the use of titanium dioxide nanoparticles in products that can enter the body and have a harmful effect when inhaled, such as in powders or sprays. There is also a risk of skin and eye irritation. The ability to form free radicals enhances their toxic effects. Therefore, SPF products manufacturers are advised against the use of titanium dioxide nanoparticles [20].

In conclusion, considering the potential negative systemic effects of titanium oxide nanoparticles, local photo toxicity reactions, and free radical formation, it is worth noting that the following products contain physical nano filters, according to an analysis of information from open sources:

- Cellular Swiss UV Protection Veil SPF 50, (La Prairie) [21],
- Ultra Facial Defense SPF 50+ (SkinCeuticals) [22],
- Ultra Light Daily UV Defense SPF 50 PA++++ (KIEHL'S) [23],
- Soin Protecteur 100 % Écrans Minéraux (INSTITUTE ESTHEDERM) [24].

структурою у своїй основі, сполученою з карбонільною, аміно- або метоксильною групою. Похідні параамінобензойної кислоти (РАВА), циннамати, саліцилати, камфора, антранілати, бензофенони та дибензоїлметани – це сім основних груп хімічних фільтрів, які використовуються в сонцезахисних засобах.

Хімічні поглиначі УФ-випромінювання поділяються на:

- хімічні фільтри старого покоління: Охубензону, Авобензону, Номосалату, Октінохату та Октіокрилену та ін.
- хімічні фільтри нового покоління: Діетиламіно Гідроксибензоїл Гексил Бензоату, Етильгексил Тріазону, Біс-Етильгексильофеніл Метоксифеніл Тріазину та ін.

Хімічні фільтри старого покоління можуть бути потенційно небезпечними для людини. У 2019 році рандомізоване клінічне дослідження за підтримки Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів США (FDA) встановило системне поглинання 4 інгредієнтів сонцезахисного крему, а саме: оксубензону, авобензону, октокрилену та екамулі. При застосуванні протягом 4 днів поспіль рівні в крові цих сполук перевищили допустимі. Крім того, дослідники відзначили тривалий період напіввиведення для кожного з цих компонентів. Даний факт свідчить, що регулярне використання сонцезахисного засобу може призвести до накопичення небезпечних сполук в організмі. Дослідники наполягали на використанні сонцезахисних засобів, безпека яких остаточно підтверджена [25].

Найпоширеніші побічні реакції, які викликають сонцезахисні засоби з використанням хімічних фільтрів старого покоління, включають подразнення, контактний дерматит і комедогенність. У деяких випадках хімічні інгредієнти старого покоління у складі сонцезахисного крему можуть викликати алергічний контактний і фотоалергічний контактний дерматит, причому найчастіше алергенними компонентами є октокрилен, оксубензон і октилметоксидиннамат. Також можливе виникнення естрогенного та антиандрогенного ефекту хімічних сонцезахисних засобів.

Мета-аналіз на тваринних моделях виявив, що оксубензон пов'язаний із негатив-

When characterizing chemical filters of SPF products, it should be noted that chemical absorbers are compounds with an aromatic ring structure at their base, connected to a carbonyl, amino or methoxyl group. Derivatives of para-amino benzoic acid (PABA), cinnamates, salicylates, camphor, anthranilates, benzophenones and dibenzoylmethanes are the seven main groups of chemical filters used in sun protection products.

Chemical absorbers of UV radiation are divided into:

- old generation chemical filters: Oxybenzone, Avobenzene, Homosalate, Octinoxate and Octocrylene, etc.
- new generation chemical filters: Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Ethylhexyl Triazone, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine and others.

Old generation chemical filters may be potentially harmful to humans. In 2019, a randomized clinical trial supported by the US Food and Drug Administration (FDA) found systemic absorption of four sunscreen ingredients: oxybenzone, avobenzene, octocrylene, and ecamsule. When applied for four consecutive days, levels of these compounds in blood exceeded the permitted levels. In addition, the researchers noted a long half-life for each of these components. This fact suggests that regular use of sun protection products can lead to the accumulation of dangerous compounds in the body. The researchers insisted on using the SPF products the safety of which has been conclusively proven [25].

The most common adverse reactions caused by SPF products with using older-generation chemical filters include irritation, contact dermatitis, and comedogenicity. In some cases, older-generation chemical ingredients in sun protection cream can cause allergic contact and photo allergic contact dermatitis, with the most common allergenic components being octocrylene, oxybenzone, and octyl methoxycinnamate. Estrogenic and antiandrogenic effects of chemical sunscreens are also possible.

A meta-analysis in animal models has found that oxybenzone is associated with

ними репродуктивними ефектами. Високі рівні його впливу під час вагітності діють на скорочення терміну народження та вагу дітей.

У зв'язку з цим, у різних державах при виробництві та застосуванні SPF засобів існують певні обмеження, а також системи перевірки їхнього складу та якості [26].

Європейська комісія обмежує концентрації даних фільтрів та контролює ефективність і безпеку сонцезахисних засобів, які класифікуються як косметичні продукти та повинні відповідати Регламенту ЄС щодо косметики 1223/2009 [27].

У Сполучених Штатах Америки виробники повинні дотримуватися суворих протоколів тестування, щоб підтвердити ефективність і безпеку сонцезахисних засобів, перш ніж вони будуть доступні для споживачів, адже Американська академія дерматології (англ., American Academy of Dermatology, AAD) рекомендує широке застосування SPF продуктів у догляді за шкірою, особливо під час активного відпочинку.

Незважаючи на те, що FDA контролює та регулює виробництво сонцезахисних засобів, профіль їхніх інгредієнтів потребує вдосконалення. FDA класифікує сонцезахисні засоби як безрецептурні препарати, це означає, що вони вимагають більш суворого тестування на безпеку, стабільність, сумісність і ефективність, ніж звичайні косметичні засоби.

УФ-фільтри, які надають сонцезахисним засобам захисні властивості, вважаються «активними інгредієнтами». Лише УФ-фільтри, які схвалені FDA, можна включати до сонцезахисних продуктів. Але в США дозволені лише деякі фізичні та хімічні фільтри старого покоління. Вони, як правило, вибілюють шкіру, можуть підвищувати виробництво себуму, що робить їх косметологічно неприйнятними.

Виробники, зі свого боку, обмежені реалізацією товару лише на основі фізичних або хімічних фільтрів старого покоління. Для порівняння: у Європейському Союзі дозволено використовувати 27 активних інгредієнтів для блокування дії сонячних променів і пошкоджень шкіри, тоді як FDA схвалив лише 17. Схвалення УФ-фільтрів FDA суттєво відстає від інших країн. Нові УФ-фільтри не додавали до списку схвалених FDA для продажу в США ще з 2002 року. Кількість

adverse reproductive effects. High levels of oxybenzone exposure during pregnancy have been associated with reduced birth weight and premature birth.

In this regard, different countries have introduced certain restrictions on the production and use of SPF products as well as systems for checking their composition and quality [26].

The European Commission limits the concentrations of these filters and monitors the effectiveness and safety of sun protection products, which are classified as cosmetic products and must comply with the EU Cosmetics Regulation 1223/2009 [27].

In the United States, manufacturers must follow strict testing protocols to confirm the effectiveness and safety of SPF products before they are available to consumers, as the American Academy of Dermatology (AAD), recommends the widespread use of SPF products in skin care, especially during active recreation.

Although the FDA oversees and regulates the production of sun protection products, their ingredient profiles need to be improved. The FDA classifies SPF products as over-the-counter drugs, meaning they require more rigorous testing for safety, stability, compatibility, and efficacy than conventional cosmetics.

UV filters, which give SPF products their protective properties, are considered “active ingredients” and only FDA-approved UV filters can be included in sun protection products. However, only some older-generation physical and chemical filters are permitted in the US. They tend to whiten the skin and can increase sebum production, making them cosmetically unacceptable.

Manufacturers, in turn, are limited to selling products based only on physical or chemical filters of the older generation. For comparison, the European Union allows the use of twenty-seven active ingredients to block the effects of sunlight and skin damage, while the FDA has approved only seventeen. FDA approval of UV filters lags significantly behind other countries. New UV filters have not been added to the FDA list of approved for sale in the United States UV filters since

доступних інгредієнтів має значення, оскільки не всі фільтри можна використовувати як догляд за шкірою, у тому числі через їхні органолептичні властивості.

Нині в Україні відсутні регуляторні обмеження щодо застосування хімічних фільтрів. Косметична продукція, яка відповідає міжнародним вимогам реалізовуватиметься на ринку з 03 серпня 2026 р. згідно з Технічним регламентом про косметичну продукцію, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 65 від 20 січня 2021 р. [28].

Багато брендів, представлених на українському косметологічному ринку до цього часу використовують токсичні фільтри у своїх продуктах, потенційно загрожуючи здоров'ю споживачів:

- Clarins – Dry Touch Facial Sunscreen SPF 50+ [29],
- Paula's Choice – 5 % Vitamin C Sheer Facial Moisturizer SPF 50 [30],
- Zo Skin Health by Zein Obagi – Smart Tone Broad-Spectrum SPF 50 [31],
- Kiehl's – Better Screen UV Serum SPF 50+ Facial Sunscreen with Collagen Peptide [32],
- Supergoop! – Unseen Sunscreen SPF 50 [33],
- LA MER – The Broad Spectrum Face Sunscreen SPF 50 [34],
- Dr. Barbara Sturm – Sun Drops SPF 50 [35],
- Dr. Jart+ – Every Sun Day Fluid Sunscreen SPF 50+ [36],
- Clinique – Superdefense City Block Broad Spectrum SPF 50 Daily Energy + Face Protector [37].

На відміну від вищезазначеного, хімічні фільтри нового покоління розроблені вже з урахуванням сучасних вимог ефективності та безпеки. Вони гарантують широкий спектр захисту від УФ випромінювання (УФА та УФВ), мають кращу фотостабільність та низький ризик виникнення побічних реакцій. Додатково місцеві фотоліази та антиоксиданти (вітамін С, вітамін Е, селен і поліфеноли, які містяться в екстракті зеленого чаю) з'являються в якості потенційних агентів місцевого фотозахисту [38]. Продукти з такими компонентами поступово з'являються і на українському ринку, проте їхній відсоток залишається невеликим. Натомість значну частину косметичних засобів становлять продукти виробництва Республіки Корея (Південна

2002. The number of available ingredients matters because not all filters can be easily used from the standpoint of skin care and organoleptic properties.

Today, there are no regulatory restrictions on the use of chemical filters in Ukraine, as cosmetic products that meet international requirements is expected to be sold on the market starting from August 3, 2026, in accordance with the Technical Regulations on Cosmetic Products, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 65 of January 20, 2021 [28].

A lot of brands represented on the Ukrainian cosmetics market continue to use toxic filters in their products, which poses a potential threat to consumer health, in particular:

- Clarins – Dry Touch Facial Sunscreen SPF 50+ [29],
- Paula's Choice – 5 % Vitamin C Sheer Facial Moisturizer SPF 50 [30],
- Zo Skin Health by Zein Obagi – Smart Tone Broad-Spectrum SPF 50 [31],
- Kiehl's – Better Screen UV Serum SPF 50+ Facial Sunscreen with Collagen Peptides [32],
- Supergoop! – Unseen Sunscreen SPF 50 [33],
- LA MER – The Broad Spectrum Face Sunscreen SPF 50 [34],
- Dr. Barbara Sturm – Sun Drops SPF 50 [35],
- Dr. Jart+ – Every Sun Day Fluid Sunscreen SPF 50+ [36],
- Clinique – Superdefense City Block Broad Spectrum SPF 50 Daily Energy + Face Protector [37].

In contrast to the abovementioned, new generation chemical filters have been developed taking into account modern requirements of efficiency and safety. They guarantee a wide spectrum of protection against UV radiation (UVA and UVB); have better photo stability and a lower risk of adverse reactions. Additionally, local photolyases and antioxidants (vitamin C, vitamin E, selenium and polyphenols contained in green tea extract) appear as potential agents of local photo protection [38]. Products with such components

Корея), які здобули популярність завдяки добрим органолептичним властивостям та економічній доступності [39].

Американська академія дерматології рекомендує регулярне використання сонцезахисного крему з SPF30 або вище для людей з будь-яким типом шкіри [40]. Для дітей старше 6 місяців, а також для дорослих Канадська асоціація дерматологів рекомендує використовувати сонцезахисні засоби широкого спектру дії з SPF30 або більше. Міністерство охорони здоров'я Канади не рекомендує використовувати сонцезахисні засоби для дітей віком до 6 місяців через теоретичний ризик підвищеного поглинання інгредієнтів сонцезахисного засобу внаслідок більш тонкого шару епідермісу та співвідношення поверхні шкіри до об'єму тіла [41].

Сонцезахисні засоби з SPF50 забезпечують захист від 98 % УФ випромінювання та є найбільш прийнятними для використання. Натомість фільтри SPF з показниками більше 50 практично не збільшують захист від сонячних опіків та УФ випромінювання типу B [42].

При цьому треба зазначити, що більшість сонцезахисних засобів не мають постійного сонцезахисного ефекту, адже органічні сонцезахисні речовини деградують під впливом світла, чи зазнають шкідливого впливу інших компонентів сонцезахисної композиції, коли остання зазнає впливу УФ світла.

Захист, який гарантують SPF засоби від пошкодження шкіри, спричиненого УФ випромінюванням, був підтверджений низкою досліджень, причому його ефективність є однозначною та визначається показником SPF [43].

Після виявлення порушень FDA зобов'язало посилити контроль якості та відкликло кілька сонцезахисних кремів із ринку [44]. Саме тому багато корейських брендів неможливо знайти на косметичних ринках у Європі та США, однак більшість із них залишаються доступними в Україні через відсутність належного регулювання [45].

На косметичному ринку України доступні сотні засобів з SPF, що випускаються у формі крему, спрею, олії, молочка або пінки. Окрім широко відомих брендів, таких як Lancome, Biotherm, Vichy, La Roche-Posay, Garnier, URIAGE, CHRIS-

are gradually entering the Ukrainian market, but their share remains insignificant. Instead, products manufactured in the Republic of Korea (South Korea) constitute a significant part of cosmetics; they have gained popularity due to their good organoleptic properties and economic availability [39].

American Academy of Dermatology recommends daily use of sun protection products with SPF of 30 or higher for people of all skin types [40]. Canadian Dermatology Association (CDA) recommends the use of broad-spectrum sun protection products with SPF of 30 or higher. Health Canada does not recommend the use of SPF products for infants under 6 months of age because of the theoretical risk of increased absorption of sunscreen ingredients due to the thinner epidermis and skin surface area to body volume ratio [41].

SPF 50 products provide protection against 98 % of UV radiation and are the most acceptable for use. However, SPF filters with values above 50 provide virtually no additional protection against sunburn and UVB radiation [42].

It should be noted that most SPF products do not have a permanent sun protection effect, because organic sunscreens degrade under the influence of light, or are adversely affected by other components of the product composition when the latter is exposed to UV light.

The protection that SPF products provide against skin damage caused by UV radiation has been confirmed by a number of studies, and the effectiveness of protection against sunburn is unambiguous and is determined by the SPF value indicator [43].

After the violations were discovered, the FDA ordered stricter quality control and recalled several sunscreens from the market [44]. This is why many Korean brands cannot be found on the cosmetic markets in Europe and the United States, but most of them remain available in Ukraine due to the lack of proper regulation [45].

Hundreds of SPF products are available on the Ukrainian cosmetic market, available in the form of cream, spray, oil, milk or foam. In addition to well-known brands such as Lancôme, Biotherm, Vichy, La Roche-Posay,

TIAN DIOR, GIVENCHY, Clarins (Франція), Artistry від Amway, Estee Lauder (США), Collistar (Італія), Declare (Швейцарія), Instytutum (Швейцарія-Німеччина), EVELINE COSMETICS (Польща), Біокон (Україна), завдяки торгівлі в мережі Інтернет, наразі представлено десятки брендів від не зовсім відомих виробників, особливо з Кореї. Як правило, на таких ресурсах не зазначається, який саме SPF використано в продукті, проте декларуються такі «маркетингові» характеристики, як найлегший, найбезпечніший тощо.

На практиці ситуація може суттєво відрізнятися, оскільки багато сонцезахисних засобів не пройшли перевірку відповідності до заявленого стандарту. У 2020 р. косметичні продукти корейського виробництва опинилися в критичних звітах лабораторій та наукових інститутів, пов'язаних з реальним рівнем SPF у популярних сонцезахисних засобах.

Корейський інститут дерматологічних наук оприлюднив данні стосовно продукту PURRITO CENTELLA GREEN LEVEL UNSCENTED SUN, який після тестувань продемонстрував середній рівень SPF  $28,4 \pm 3,2$ , хоча на упаковці зазначено SPF 50/PA++++ [43]. Це мало надзвичайний вплив на споживачів і поставило під сумнів достовірність SPF-засобів виробника.

Виявилось, що проблема не обмежується одним брендом. Подібна ситуація спостерігалася при тестуванні популярного сонцезахисного засобу Dr.Ceuracle Hyal Reyouth Moist Sun SPF 50/PA++++, який мав значно нижчі заявлені показники SPF при дослідженні «in vivo». За даними звіту про визначення ступеня захисту від УФ-випромінювання косметичного засобу №EU/121/10/2023 (Dr.Ceuracle Hyal Reyouth Moist Sun SPF 50/PA++++) середній коефіцієнт захисту становив 44,8. Для ще одного популярного корейського засобу – Klairs All-day Airy Sunscreen SPF 50+ PA++++, середній показник SPF перебував на рівні 45,8. Варто відзначити, що в деяких виробників показник SPF становив 15,7, що не відповідає міжнародним рекомендаціям щодо необхідного рівня застосування сонцезахисних засобів. Даний факт ставить під сумнів інформацію від корейських виробників і якість їхніх засобів, оскільки дослідження фактора захисту від УФ-

Garnier, URIAGE, CHRISTIAN DIOR, GIVENCHY, Clarins (France), Artistry by Amway, Estee Lauder (USA), Collistar (Italy), Declare (Switzerland), Instytutum (Switzerland-Germany), EVELINE COSMETICS (Poland), Biokon (Ukraine), thanks to online shopping, dozens of brands from not-so-well-known manufacturers, especially from Korea, are currently available. As a rule, such resources do not indicate which SPF is used in the product, but declare such 'marketing' characteristics as the lightest, safest, etc.

In practice, the situation can be significantly different, as many sun protection products have not been tested to meet the stated standard. In 2020, Korean-made cosmetic products were the subject of critical reports from laboratories and scientific institutes. Those were related to the actual SPF level in popular products.

The Korean Institute of Dermatological Sciences released data on the product PURRITO CENTELLA GREEN LEVEL UNSCENTED SUN, which after being tested showed an average SPF of  $28.4 \pm 3.2$ , even though the packaging stated SPF 50/PA++++ [44]. Those findings had a huge impact on consumers and raised concerns about the reliability of Korean SPF products.

It turned out that the problem was not limited to one brand. A similar situation was observed when testing the popular sunscreen Dr. Ceuracle Hyal Reyouth Moist Sun SPF 50/PA++++, which demonstrated significantly lower SPF values in the study "in vivo". According to the report on the determination of the degree of protection against UV radiation of a cosmetic product No. EU/121/10/2023 (Dr.Ceuracle Hyal Reyouth Moist Sun SPF 50/PA++++) the average protection factor was 44.8. For another popular Korean product – Klairs All day Airy Sunscreen SPF 50+ PA++++, the average SPF was 45.8. It is worth noting that some participants demonstrated significantly lower SPF values, up to 15.7, which does not meet international recommendations for the required level of sunscreen use. This fact casts doubt on the information from Korean manufacturers and the quality of their products, since the

випромінювання було проведено відповідно до Рекомендації Комісії європейських співтовариств від 22 вересня 2006 року щодо ефективності сонцезахисних продуктів і відповідних заяв (номер документа C(2006) 4089, 2006/647/EC) та ISO24444:2020/A1:2022.

На наш погляд, в Україні така ситуація стала можливою через відсутність регуляторних обмежень щодо застосування SPF фільтрів, адже косметична продукція, яка відповідає Європейським вимогам, реалізуватиметься на ринку з 03 серпня 2026 р. В Україні прибуток, одержаний на ринку сонцезахисних засобів у 2025 році, становить 21,53 млн доларів США і прогнозується, що ринок зростатиме щорічно на рівні 4,74 % (CAGR 2025-2030), оскільки спостерігається сплеск попиту на продукти SPF 50+ через зростання обізнаності населення про шкідливий вплив ультрафіолетового випромінювання.

Вищезазначене підкреслює необхідність введення більш суворого контролю за якістю косметичних продуктів, зокрема сонцезахисних засобів, щоб забезпечити їхню ефективність і безпеку для споживачів, оскільки серед дорослого населення основними джерелами інформації про здоров'я шкіри є інтернет ресурси, соціальні мережі й меншою мірою населення отримує знання від медичних працівників, які володіють більш достовірними даними про склад косметичних засобів [46].

**Перспективи подальших досліджень.** Постійне збільшення на ринку косметичної продукції різноманітних сонцезахисних засобів, здатних знижувати шкідливий вплив ультрафіолетового випромінювання на шкіру людини, обумовлює удосконалення заходів з контролю їхньої якості та безпечності для споживачів. Одним з актуальних напрямків є закріплення необхідності контролю за сонцезахисними засобами на законодавчому рівні.

**Висновки.** Україна має невітнішу статистику поширеності раку шкіри серед населення, тому доступність на вітчизняному ринку якісних сонцезахисних препаратів і об'єктивна інформація про них є запорукою підвищення ефективності захисту шкіри від шкідливого впливу УФ випромінювання.

study of the UV protection factor was conducted in accordance with the Recommendation of the Commission of the European Communities of 22 September 2006 On the Efficacy of Sunscreen Products and Claims Made Relating Thereto (document number C (2006) 4089, 2006/647/EC) and ISO24444:2020/A1:2022.

In our opinion, in Ukraine such situation has become possible because there are no regulatory restrictions on the use of SPF filters, as cosmetic products that meet European requirements is expected to be sold on the market starting from August 3, 2026. In Ukraine, the profit received on the SPF products market in 2025 will amount to 21.53 million US dollars and the market is projected to grow annually at 4.74 % (CAGR 2025–2030), as there is a surge in demand for SPF 50+ products due to increased public awareness of the harmful effects of ultraviolet radiation.

The above highlights the necessity of introduction of stricter quality control for cosmetic products, in particular sun protection products, to ensure their effectiveness and safety for consumers, since among the adult population, the main sources of information about skin health are Internet resources, social networks, and to a lesser extent, people receive knowledge from medical professionals, who have more reliable data on the composition of cosmetic products [46].

**Conclusions.** Ukraine has a disappointing statistics on the incidence of skin cancer among the population, so the availability of high-quality sun protection products on the domestic market and objective information about them is the key to increasing the effectiveness of skin protection from the harmful effects of UV radiation.

1. SPF products available on the Ukrainian market from various countries and manufacturers do not consistently indicate the SPF index, which is the primary indicator of the effectiveness of SPF products; there are also frequent cases of discrepancies between the data declared by the manufacturer and the indicators obtained under experimental conditions.

2. The public health service of Ukraine should be tasked with informing the popula-

1. На SPF засобах, представлених на ринку України товарами різних країн і виробників, не завжди вказується показник SPF, який є основним показником ефективності засобів, а також мають місце непоодинокі випадки невідповідності даних, заявлених виробником показникам, одержаним в експериментальних умовах.

2. На службу громадського здоров'я України повинно бути покладено інформування населення про необхідність застосування SPF засобів і правила їхнього вибору відповідно до їхньої ефективності та безпечності.

3. Держпродспоживслужба України повинна здійснювати регулярний вибірковий контроль за відповідністю споживчих якостей SPF засобів та інформацією виробника про них, зазначену при маркуванні продукції.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

tion about the need to use SPF products and the rules for their selection in accordance with their availability on the existing SPF product market.

3. The State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection must carry out regular random control over the compliance of consumer qualities of SPF products with the manufacturer's information about them indicated on the product labelling.

**Perspectives for further research.** The constant increase in the cosmetic market of various sunscreens capable of reducing the harmful effects of ultraviolet radiation on human skin necessitates the improvement of measures to control their quality and safety for consumers. One of the current areas is the consolidation of the need for control over sunscreens at the legislative level.

**Conflict of Interest.** The author note that there is no conflict of interest

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Garbe C, Keim U, Gandini S, Amaral T, Katalinic O, Holleczek B, et al. Epidemiology of cutaneous melanoma and keratinocyte cancer in white populations 1943–2036. *Eur J Cancer*. 2021;152:18–25. DOI:10.1016/j.ejca.2021.04.029.
2. Keim U, Gandini S, Amaral T, Katalinic O, Holleczek B, Flatz L, et al. Cutaneous melanoma attributable to UVR exposure in Denmark and Germany. *Eur J Cancer*. 2021;159:98–104. DOI:10.1016/j.ejca.2021.09.044.
3. Islami F, Goding Sauer A, Miller KD, Siegel RL, Fedewa SA, Jacobs EJ, et al. Proportion and number of cancer cases and deaths attributable to potentially modifiable risk factors in the United States. *CA Cancer J Clin*. 2018;74(5):405–32. DOI:10.3322/caac.21858.
4. Garbe C, Forsea AM, Amaral T, Arenberger P, Autier Ph, Berwick M, et al. Skin cancers are the most frequent cancers in fair-skinned populations, but we can prevent them. *Eur J Cancer*. 2024;204:114074. DOI:10.1016/j.ejca.2024.114074.
5. Katsambas AD, Lotti MT, Dessinioti C, D'Erme AM. *European Handbook of Dermatological Treatments*. 4th ed. Berlin: Springer; 2023. DOI:10.1007/978-3-662-07131-1.
6. iS CLINICAL. Eclipse SPF 50+. Available: <https://is-clinical.com.ua/product/eclipse-spf-50-2/>.
7. ZO MEDICAL. Sheer Fluid Broad-Spectrum SPF 50. Available: <https://zomedical.com.ua/sunscreen/sheer-fluid-broad-spectrum-spf-50.html>.
8. ZO MEDICAL. Sheer Fluid Broad-Spectrum SPF 50. Available: <https://zomedical.com.ua/uk/sunprotect/sheer-fluid-broad-spectrum-spf-50.html>.
9. Ole Henriksen. Banana Bright Mineral Sunscreen SPF 30. Available: <https://olehenriksen.com/products/banana-bright-mineral-sunscreen-spf-30>.
10. Clinique. Superdefense City Block Broad Spectrum SPF 50 Daily Energy Face Protector. Available: <https://www.clinique.com/product/1661/72241>.
11. Manzoor Q, Sajid A, Ali Z, Nazir A, Sajid A, Imtiaz F, et al. Toxicity spectrum and detrimental effects of titanium dioxide nanoparticles as an emerging pollutant: A review. *Desalin Water Treat*. 2024;317:100025. DOI:10.1016/j.dwt.2024.100025.
12. Musial J, Krakowiak R, Mlynarczyk DT, Goslinski T, Stanisz BJ, et al. Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products: What do we know about their safety? *Nanomaterials*. 2020;10(6):1110. DOI:10.3390/nano10061110.
13. Montalvo-Quiros S, Luque-Garcia JL. Combination of bioanalytical approaches and quantitative proteomics for the elucidation of the toxicity mechanisms associated to TiO<sub>2</sub> nanoparticles exposure in human keratinocytes. *Food Chem Toxicol*. 2019;127:197–205. DOI:10.1016/j.fct.2019.03.036.
14. Zdravkovic B, Zdravkovic TP, Zdravkovic M, Strukelj B, Ferik P. The influence of nano-TiO<sub>2</sub> on metabolic activity, cytotoxicity and ABCB5 mRNA expression in WM-266-4 human metastatic melanoma cell line. *J BUON*. 2019;24:338–46.
15. Wu J, Liu W, Xue C, Zhou Sh, Lan F, Bi L, et al. Toxicity and penetration of TiO<sub>2</sub> nanoparticles in hairless mice and porcine skin after subchronic dermal exposure. *Toxicol*

- Lett. 2009;191:1–8. DOI:10.1016/j.toxlet.2009.05.020.
16. Smijs TG, Pavel S. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: Focus on their safety and effectiveness. *Nanotechnol Sci Appl.* 2011;4:95–112. DOI:10.2147/NSA.S19419.
17. Gabros S, Nessel TA, Zito MP. Sunscreens and photoprotection. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537164/>.
18. Baisch BL, Corson NM, Wade-Mercer P, Gelein R, Kennell AJ, Oberdörster G, et al. Equivalent titanium dioxide nanoparticle deposition by intratracheal instillation and whole body inhalation. *Part Fibre Toxicol.* 2014;11:5. DOI:10.1186/1743-8977-11-5.
19. Jiménez-Chávez A, Solorio-Rodríguez A, Escamilla-Rivera V, Leseman D, Morales-Rubio R, Uribe-Ramírez M, et al. Inflammatory response in human alveolar epithelial cells after TiO<sub>2</sub> NPs or ZnO NPs exposure. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2021;86:103654. DOI:10.1016/j.etap.2021.103654.
20. Scientific Committee on Consumer Safety. Opinion on titanium dioxide (nano form): COLIPA n° S75. European Commission; 2014. Available: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/consumer\\_safety/docs/sccs\\_o\\_136.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_136.pdf).
21. SkinCeuticals. Ultra Facial Defense SPF 50. Available: <https://www.skinceuticals.co.uk>.
22. Kiehl's. Ultra Light Daily UV Defense SPF 50. Available: <https://www.kiehls.co.uk>.
23. Esthderm. No Sun Soir Protecteur. Available: <https://www.esthderm.fr>.
24. Matta MK, Zusterzeel R, Pilli NR, Patel V, Volpe DA, Florianet J, et al. Effect of sunscreen application under maximal use conditions on plasma concentration of sunscreen active ingredients. *JAMA.* 2019;321(21):2082–91. DOI:10.1001/jama.2019.5586.
25. Ghazipura M, McGowan R, Arslan A, Hossain T, et al. Exposure to benzophenone-3 and reproductive toxicity. *Reprod Toxicol.* 2017;73:175–83. DOI:10.1016/j.reprotox.2017.08.015.
26. European Commission. Regulation (EC) No 1223/2009 on cosmetic products. 2009. Available: <https://eur-lex.europa.eu>.
27. Center Forward. Navigating the FDA's Regulatory Path for Sunscreen. 2024. Available: <https://center-forward.org>.
28. Кабінет Міністрів України. Постанова № 65: Технічний регламент щодо косметичної продукції. 2021. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/65-2021-%D0%BF#Text> [Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution No. 65: Technical Regulations for cosmetic products. 2021. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/65-2021-%D0%BF#Text>].
29. Makeup.com.ua. Sun product page. Available: <https://makeup.com.ua/ua/categorys/24113/>.
30. Cosibella. Paula's Choice sunscreen. Available: <https://cosibella.com.ua>.
31. ZO MEDICAL. Smart Tone Broad Spectrum SPF 50. Available: <https://zomedical.com.ua>.
32. Kiehl's. Better Screen UV Serum SPF 50. Available: <https://www.kiehls.com>.
33. Supergoop!. Unseen Sunscreen SPF 50. Available: <https://supergoop.com/products/unseen-sunscreen-spf-50>.
34. ZO MEDICAL. Broad Spectrum Sunscreen SPF 50. Available: <https://zomedical.com.ua>.
35. Dr. Barbara Sturm. Sun Drops SPF 50. Available: <https://www.drsturm.com>.
36. Cosibella. Dr. Jart+ sunscreen. Available: <https://cosibella.com.ua>.
37. Clinique. Superdefense City Block SPF 50. Available: <https://www.clinique.com>.
38. Sander M, Sander M, Burbidge T, Beecker J. The efficacy and safety of sunscreen use for the prevention of skin cancer. *CMAJ.* 2020;192:E1802–E1808. DOI:10.1503/cmaj.201085.
39. Yoon SH, Kang MS, Song SY. The growth and change of Korean cosmetics market. *J Distrib Sci.* 2020;18(1):5–13. DOI:10.15722/jds.18.1.202001.5.
40. American Academy of Dermatology. Prevent skin cancer. Schaumburg (IL); 2016. Available: <https://www.aad.org>.
41. Canadian Dermatology Association. Sun protection and sunscreen use. Ottawa; 2020. Available: <https://dermatology.ca>.
42. Australian Cancer Council. Choosing and using sunscreen. 2022. Available: <https://www.cancer.org.au>.
43. Hong H, Kim MJ, et al. Clinical study for determining the SPF of "PURRITO Centella Green Level Unscented Sun". Korea Institute of Dermatological Sciences; 2020. Available: <http://en-research.ekmodoom.com>.
44. U.S. Food and Drug Administration. Aqualex Co Ltd – Warning Letter (672292). 2024. Available: <https://www.fda.gov>.
45. Dr. Ceuracle. Hyal Reyouth Moist Sun Cream SPF 50. Available: <https://drceuracle.com.ua>.
46. Proesmans K, Van Vaerenbergh F, Lahousse L. The role of community pharmacists in skin cancer prevention. *BMC Public Health.* 2023;23:2490. DOI:10.1186/s12889-023-17429-2.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ганна Вікторівна Головащенко** – науковий співробітник Відділу наукових основ аналізу ризику хімічних факторів Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. Email: [anita66medved@gmail.com](mailto:anita66medved@gmail.com). ORCID: 0009-0000-8250-6846.

**Hanna Holovashchenko** – Researcher at the Department of Scientific Foundations of Chemical Risk Analysis of the L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise). Address: 6 Heroiv Oborony str, 03127, Kyiv, Ukraine. Email: anita66medved@gmail.com. ORCID: 0009-0000-8250-6846.

**Олександр Васильович Гаврилюк** – кандидат медичних наук, доцент кафедри шкірних хвороб Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика Міністерства охорони здоров'я України. Адреса: вул. Дорогожицька, 9, 04112, Київ, Україна. Email: drholik@gmail.com. ORCID: 0009-0003-1088-5148.

**Oleksander Havryliuk** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Skin Diseases, Shupyk National Healthcare University of Ukraine. Address: 9 Dorohozhytska Str., 04112, Kyiv, Ukraine. Email: drholik@gmail.com. ORCID: 0009-0003-1088-5148.

**Андрій Андрійович Калашніков** – доктор медичних наук, професор, провідний науковий співробітник Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. Email: danko48@i.ua. ORCID: 0000-0003-0269-4870.

**Andrii Kalashnikov** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading Researcher of the L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise). Address: 6 Heroiv Oborony str, 03127, Kyiv, Ukraine. Email: danko48@i.ua. ORCID: 0000-0003-0269-4870.

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВНЕСОК КОЖНОГО АВТОРА /  
INFORMATION ON CONTRIBUTION OF EACH AUTHOR**

Г.В. Головащенко / H. Holovashchenko <sup>A, B, D</sup>

О.В. Гаврилюк / O. Havryliuk <sup>A, B</sup>

А.А. Калашніков / A. Kalashnikov <sup>B, E, F</sup>

*A – концепція роботи і дизайн; B – проведення досліджень; C – аналіз, попередня підготовка;  
D – програмне забезпечення, статистичний аналіз; E – написання статті; F – редагування;  
G – фінальне схвалення статті.*

*Стаття надійшла до редакції 26.11.2025 р.  
Дати рецензування 02.03.2026, 09.03.2026 р.  
Дата публікації (оприлюднення) 12.06.2026 р.*

*Received November, 26, 2025  
Review dates March, 2, 2026; March, 9, 2026  
Publication date June, 12, 2026*