

УДК 692.435

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.2.2/41>**Стеренчук С. М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

Качан Р. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ОГЛЯД ФОРМ ТА СКЛАДУ СОНЦЕЗАХИСНОГО ЗАСОБУ

Ультрафіолетове випромінювання є основною причиною багатьох пошкоджень шкіри. У роботі наведено перспективи у галузі захисту від сонця, описано ряд вимог до сонцезахисних засобів, а саме: ефективність, водостійкість, сенсорні характеристики, безпечність для здоров'я та навколишнього середовища. Також проаналізовано перелік форм цих засобів: стіки, пудри, спреї, лосьйони, гелі, креми і їх переваги та недоліки. За основу продукту пропонується обрати форму емульсії, аргументуючи це її спорідненістю зі шкірою та можливістю додавання широкого спектру компонентів для стабілізації формули та підсилення її властивостей.

Проведений авторами літературний огляд та аналіз показує, що існує велика кількість компонентів, які виконують роль захисту від УФ-променів, зокрема фізичні та хімічні фільтри. Описані побічні ефекти останніх, зокрема, алергічні прояви на шкірі, вплив на репродуктивну систему та шкоду навколишньому середовищу. Фізичні (мінеральні) фільтри не поглинаються шкірою, а отже не можуть завдати такої шкоди, але залишається ризик інгаляційного вдихання, якщо такі речовини знаходяться у вигляді нано-форм. Сучасний сонцезахисний крем має не лише захищати шкіру від UVA та UVB променів, а й запобігати впливу HEV-випромінювання, так званого «блакитного світла», яке надходить від використання цифрових гаджетів.

Наводиться інформація про флавоноїди – речовини, що є похідними фенольних сполук і є широко розповсюдженими серед рослин. Було проведено ретельний огляд літератури, щоб дізнатись більше про біологічну та хімічну активність цих речовин. Відомо, що дані сполуки мають антиоксидантну, протизапальну та заспокійливу дію. Флавоноїди також виявляють слабку сонцезахисну активність, що робить їх перспективними компонентами при розробці сонцезахисних засобів для підвищення ефективності та зниження токсичності інших фільтрів. Таким чином, сонцезахисні емульсії (креми) з флавоноїдами пропонують багатообіцяючі результати щодо захисту від ультрафіолету.

Ключові слова: емульсія, хімічні фільтри, фізичні фільтри, антиоксиданти, флавоноїди.

Постановка проблеми. Наша шкіра як основний зовнішній бар'єр, щодня піддається впливу зовнішніх чинників, зокрема дії ультрафіолетового випромінювання. Біологічними наслідками ультрафіолетових променів (УФ-променів) є гострі еритеми, сонячні опіки та набряки, проте існують також хронічні наслідки – фотостаріння та ризик розвитку раку шкіри. Слід пам'ятати, що 95 % сонячного випромінювання, що досягає Землі та не поглинається озоновим шаром – це ультрафіолетові промені А (UVA – довга ультрафіолетова хвиля), саме ці промені здатні проникати глибоко в шкіру та уражати ділянки ДНК, викликаючи мутації [1]. Рак шкіри посідає 17 місце серед усіх видів раку у світі. Найвищі показники захворюваності та смертності зафіксовані в Австралії – країні з великою кількістю сонячних днів в році. У США щодня діагностують рак шкіри у понад 9500 людей. Більше двох людей помирає від хвороби щогодини [2, 3]. Близько 90 % немеланом-

них видів раку шкіри пов'язані з впливом ультрафіолетового випромінювання [4].

Сонцезахисний крем – це перший і найдоступніший крок в профілактиці раку шкіри. Дослідження показало, що регулярне використання сонцезахисного крему знижує ризик розвитку раку на 40 % при правильному використанні [5].

На ринку представлено безліч сонцезахисних засобів у різних формах – лосьйони, спреї, засоби у твердій формі (стіки), пудри, креми. Проте не кожен із цих засобів може бути використаний для щоденного повноцінного захисту від сонця, враховуючи його форму нанесення та вміст сонцезахисного фільтру. Засоби у формах стіку підходять лише для точкового нанесення (наприклад, для захисту родинок від УФ-променів), пудри та спреї чудово підходять для поновлення захисту упродовж дня, але їх недостатньо для повноцінного захисту. Тому актуальним залишається вибір форми засобу з сонцезахисними властивостями.

Обраний засіб повинен проявляти найвищий безпечний рівень захисту від сонця, бути нетоксичним, фотостабільним та стійким до фізичних чинників (не змиватись водою, тертям, одягом, тощо) та не спричиняти некомфортних відчуттів при нанесенні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Високоактивний сонцезахисний засіб повинен демонструвати захист від ультрафіолетових променів В (UVB – коротка ультрафіолетова хвиля) і UVA променів, що можливо із засобом із SPF 30 або вище, а також, захищати від «синього світла» – High Energy Visible Light (HEV – високоенергетичне синє світло) променів [6, 7]. Для такого рівня захисту сонцезахисні засоби у формі стіків, пудр чи лосьйонів не підходять, адже технологічно неможливо створити ці засоби із високим вмістом фільтрів.

Що стосується технологічної складової засобу – вибір емульгатора та загущувача впливає на в'язкість, стабільність та поверхневий натяг засобу, здійснюючи правильний розподіл УФ-фільтрів в засобі та створення плівки на шкірі, товщина якої впливає на ефективність сонцезахисту [8]. Технологія створення засобу на основі напівкристалічних полімерів дозволила б створити засіб, що формує плівку постійної товщини. Проаналізовано дослідження з поглинання УФ-променів двома сонцезахисними засобами, у цій роботі ефективність визначали за допомогою фотографій зроблених під впливом ультрафіолетового світла. Після активної діяльності та прийняття душу, поглинання ультрафіолетових променів класичної емульсії помітно зменшувалося, тоді як емульсія з технологією на основі напівкристалічних полімерів залишалася незмінною [9].

Також дослідження доводять, що кращі тактильні характеристики засобу підвищують споживацький інтерес та прихильність до використання сонцезахисту [10].

Сонцезахисні креми створюють на основі фізичних або хімічних фільтрів. Перші відбивають та розсіюють сонячне випромінювання. До основних фізичних фільтрів належать – діоксид титану TiO_2 та оксид цинку ZnO .

Хімічні (органічні) УФ фільтри – більш різноманітні, до них відносять саліцилати, октокрилен, амінобензоати, циннамат, похідні камфори (UVB фільтри), бензофенони, авобензони, антранілати (UVA фільтри). Їхня дія зумовлена поглинанням УФ-променів та перетворенням їх в теплову енергію, що потім вивільняється зі шкіри.

Засоби на основі фізичних фільтрів – це, переважно, пудри, іноді стіки та деякі креми. Основним недоліком пудр – є білий слід на обличчі та низький рівень захисту. Пудра із фактором захисту від сонця (SPF – sun protection factor) не має ставати основним захистом від сонця, проте вона чудово підходить для поновлення захисту від УФ-променів.

Сонцезахисні стіки є дуже зручними для точкового нанесення (губи, родинки, ділянки гіперпігментації), вони створюють щільну оклюзійну плівку, яка, до того ж, забезпечує пом'якшувальний ефект на шкіру. З мінусів – висока вартість та неекономність у використанні, стік не забезпечить повноцінного захисту для обличчя чи тіла, адже складним є вибір дозування для захисту. З плюсів – ліпофільність, бо засоби у стіках, через наявність великої кількості олій та восків, можуть солюбілізувати високу концентрацію УФ-фільтрів.

Сонцезахист у формі спрею – це засіб із високим вмістом води, він легко розподіляється шкірою та не створює жирних плівок. Така форма є зручною для поновлення захисту упродовж дня та без сторонньої допомоги (спина, шия, тощо). Проте спреї потребують повного розтирання [11] та розподілення шкірою, саме це зумовлює їх ефективність від УФ-променів. Враховуючи рідку структуру спрею та швидкість його висихання шкірою, людині складно визначити, які ділянки вже були покриті, а які ні. З цього випливає нерівномірний захист від сонця. Також засоби у формі спреїв можуть бути легкозаймистими та токсичними при розпорошуванні на слизові оболонки очей та рота.

Сонцезахист у формі гелю являє собою засіб на водній основі, що робить його підходящим для людей з жирною, проблемною шкірою, адже не спричиняє липкості та масного блиску. Враховуючи склад, гелі є менш стійкими до поту, води та інших рідин, що зумовлює частіше поновлення засобу.

Водостійкість кремів була протестована Європейською асоціацією парфумерії та косметики [12]. Для цього вони використали басейн з постійною температурою 27–31 °С. Захист від сонця вимірювався після 20 хвилинних занурень двічі, засіб вважався «водостійким» або «дуже водостійким», якщо після занурення значення SPF було більше ніж 50 % від значення до занурення. Наприклад, продукт із SPF 30 може називатись «водостійким», якщо після занурення у воду він зберігає значення SPF вище 15 [12].

Креми та лосьйони є найбільш розповсюдженими засобами захисту від сонця, структура емульсії дозволяє включати в неї високий вміст фільтрів та інші компоненти для ефективної формули сонцезахисту. Креми є зручними в нанесенні. Існують твердження, що 2 мг/см² є кількістю, необхідною для захисту від сонця [13], його також називають правилом «чайної ложки»: чайна ложка (5–6 г) продукту необхідна для захисту від сонця таких ділянок як нога, спина, живіт, а 3 г продукту – рука, обличчя та шия. Прорахувати таку кількість захисту можливо лише для кремів та лосьйонів, що робить їх засобами з найбільш контрольованим нанесенням.

Завдяки структурі емульсії, зокрема наявності водної, жирної фази та емульгатора, крем є найбільш наближеним до кислотно-лужного балансу шкіри, що сприяє кращому його поглинанню та швидкому всмоктуванню. Сонцезахисний крем на основі хімічних фільтрів є стійким до зовнішніх чинників – таких, як вода, вітер, тертя і потребує рідшого оновлення, ніж інші, попередньо описані форми. Коли вода випаровується (або поглинається) шкірою, емульгатор однорідно диспергується в масляній фазі і в шарі масло + емульгатор недостатньо енергії, щоб знову включити краплі води з навколишнього середовища. Засіб у формі емульсії дозволяє включити до складу плівкоутворювальні полімери, загущувачі та емоменти, що дозволить покращити тактильні характеристики та суттєво вплинути на стабільність засобу і зумовити прихильність серед споживачів.

Останнім часом популярності набули також сонцезахисні засоби із тонуючим ефектом, що використовуються для макіяжу (тональні креми, коректуючі креми, кушони). Їхньою перевагою є комфорт у нанесенні, адже наносячи макіяж на обличчя можна відразу вберегтись від УФ променів. Їхньої кількості недостатньо для повноцінного захисту, але, нанесення сонцезахисного засобу на макіяж – покращує сонцезахисний фактор [14].

У 2019 році Управління продовольства та медикаментів США (FDA – Food and Drug Administration) запропонували нову регуляцію для сонцезахисних засобів, згідно якої засіб повинен відповідати аббревіатурі GRASE (generally recognized as safe and effective – укр). Безпечними та ефективними визнали сонцезахисні олії, лосьйони, креми, гелі, баттери, пасти та стіки. Сонцезахисні спреї та пудри можуть бути включені до переліку GRACE, за умови присутності додаткових тестів [15].

Постановка завдання. Метою роботи є: дослідження компонентів, що задовольнятимуть вимоги безпечності, підвищуватимуть сонцезахисні властивості та покращуватимуть ефективність засобу.

Виклад основного матеріалу. Останніми тенденціями щодо створення засобів є підвищення рівня захисту від сонця (SPF 30, 50+), шляхом зменшення концентрації потенційно фототоксичних та подразнюючих фільтрів [16]. Згідно з дослідженнями FDA [17] деякі органічні фільтри (оксибензон, октиноксат, октисалат, октокрилен, гомосалат, авобензон) всмоктуються через кров – що, в свою чергу, створює необхідність додаткових досліджень щодо визначення системного впливу інгредієнтів сонцезахисного крему. Оксибензон викликає суттєві алергічні прояви на шкірі [18] та впливає на репродуктивну систему [19]. Декілька країн, а також Гаваї заборонили продаж сонцезахисних засобів із цим компонентом. Октокрилен завдає шкоди навколишньому середовищу, зокрема пагубно впливає на корали [20]. Продукти розпаду авобензону викликають алергічні реакції на шкірі [21].

Мінеральні фільтри є безпечнішими через відсутність всмоктування через шкіру. Проте зберігається небезпека вдихання цих речовин, якщо вони перебувають у нано-формі та наносять на шкіру шляхом розпилення [22]. Також останні дослідження повідомляють про численні побічні дії на морські організми [23].

Звідси впливає потреба у створенні засобу із високою ефективністю та безпечною для організму і навколишнього середовища. Натуральні сполуки, що містяться у рослинах є потенційними УФ-фільтрами та можливими компонентами сонцезахисного крему, враховуючи їх походження. Такі сполуки мають назву флавоноїди. Існує понад 4000 видів флавоноїдів, їх можна знайти в овочах, фруктах, квітах, травах, тощо. А також у насінні, горіхах, зерні та спеціях, у напоях (червоне вино, зелений чай). Флавоноїди мають широкий спектр біологічної активності. В рослинах вони відповідають за колір і аромат квітів, а також відіграють важливу роль в акліматизації – працюють для стійкості від морозу та посухи. Флавоноїди показали перспективу захисту від сонця, дослідженнями підтверджена захисна роль рослинних фенолів від фотоокислювального пошкодження [24]. Ці сполуки демонструють слабку сонцезахисну активність у вигляді єдиного захисту, але вони успішно застосовуються у формулах для підсилення сонцезахисного ефекту, діючи в синергії з хімічними

та фізичними фільтрами. Також ці сполуки часто володіють антиоксидантною, протизапальною, заспокійливою дією.

Залежно від ступеня окиснення пропанового фрагменту флавоноїди поділяють на катехіни, антоціани, халкони, флаванони, флаволи, флавоноли. Найрозповсюдженішими флавоноїдами є рутин, гесперидин, кверцетин, кемпферол, апігенін.

Враховуючи широку розповсюдженість даних речовин у природі, маємо потребу у глибшому їх дослідженні, підборі концентрації та впливу їх на організм людини.

Відомо про дослідження сонцезахисних властивостей лігніну [25], що показує високі результати блокування УФ-променів – підвищення значення сонцезахисного коефіцієнту на 2,80–3,53 при дозуванні 5 %. Доведено збільшення SPF засобу при додаванні у склад лігніну [26]. В одному із досліджень різні типи лігніну додавали до сонцезахисних засобів та помітили наступні результати: додавання 2 % лігніну підвищило SPF з 15 до 30, а додавання 10 % – збільшило SPF до 50. Лігнін має синергію із сонцезахисними фільтрами, доведено його антиоксидантну активність, а суміші лігніну з синтетичними або природними полімерними загусниками (целюлоза, крохмаль, тощо) показали високий потенціал у створенні прозорих плівок для блокування від УФ-променів, що є перспективним напрямком у захисті світлочутливих продуктів [26].

Силімарин при концентрації 10 % в емульсії демонстрував рівень захисту SPF 10 [27]. Рутин не лише підвищив рівень SPF, а й на 75 % покращив поглинання вільних радикалів у порівнянні зі зразками, що містили лише синтетичні фільтри (етилгексилметоксициннамат 3,75 та 7,5 %, етилгексилсаліцилат 2,5 та 5,0 %, етилгексидиметил параамінобензойної кислоти (РАВА) 4,0 та 8,0 %, октокрилен 5,0 та 10,0 %) [28]. До того ж, рутин має біосумісність зі шкірою людини. Хризин, флавоноїд, що міститься у рослинах та продуктах бджільництва, показав захист від пошкодження кератиноцитів, що зумовлене УФ-випромінюванням [29]. Силімарин (продукт насіння розторопші) і силібін зменшив UVA пошкодження нормальних дермальних фіброblastів людини [30].

Геністеїн – ізофлавоон, отриманий з сої, інгібував пошкодження ДНК, спричинене впливом сонця [31]. Проводились також дослідження захисного ефекту екстракту *Vaccinium myrtillus* (лат.чорниця звичайна) проти пошкоджень, викликаних

впливом УФ-випромінювання. Даний екстракт, багатий на антоціани (297,4 мг/100 г), зміг зменшити цито та генотоксичність, індуковану UVB випромінюванням, а також зменшив перекисне окислення ліпідів [32].

Доведений також пероральний прийом флавоноїдів, зокрема, вживання какао (багате на флаванолі) упродовж 12 тижнів знизило чутливість шкіри до UVB випромінювання на 15–25 % [33].

Ферулова кислота захищає кератиноцити від підвищеного синтезу колагенази *Matrix metalloproteinase 1* (MMP1) – білок, який кодується однойменним геном, розташованим у людей на короткому плечі 11-ї хромосоми.), спровокованою УФ-випромінюванням [34].

Прикладом поглинання UVB променів є екстракт рослини *Schinus terebinthifolius* (лат. Шинус фісташколистий), в складі якого були виявлені етилгалат, галлова кислота та суміш флавоноїдів. Екстракт був протестований на антиоксидантну та антитирозидазну активність та показав високі фотопротекторні властивості, захист опромінених кератиноцитів та поглинання ультрафіолету в області UVB [35].

Порівнювали ефективність екстрактів зеленого чаю та гінкго (багаті, в основному, на флавоноїди рутин та кверцетин). Оцінювали світлозахисний ефект екстрактів даних рослин разом та окремо при нанесенні на шкіру мишей та активної інсоляції. Результати показали, що зразки із рослинними екстрактами захищали шкіру від УФ-пошкодження. Зразки із екстрактом гінкго були ефективнішими за ті, що містили лише екстракт зеленого чаю [36].

Вивчено фотозахисну та антиоксидантну активність п'яти видів бразильського бамбуку, а також визначали вміст у них флавоноїдів та інших фенольних сполук. Після отримання екстрактів з різних частин сировини, їх об'єднали із трьома хімічними фільтрами (авобензон, октилдиметил РАВА та октилметоксициннамат). Результати експерименту показали наявність антиоксидантного захисту в одного із видів бамбука, який коливається від 137,5 до 260 мікрограм на літр. SPF зразок із даним видом бамбуку показав захист від 34 до 86. Згідно із спостереженнями, завдяки фенольним сполукам у складі, бамбук може бути використаний як сонцезахисний агент, що підсилює активність хімічно синтезованих фільтрів [37].

Можемо зробити висновок, що флавоноїди зменшують перекисне окиснення ліпідів та проявляють антиоксидантну дію, вони перено-

сять електрони вільних радикалів, здійснюють хелатуючу дію на метали, інгібують оксидази та відновлюють α -токоферольні радикали. Підтверджену антиоксидантну активність мають: катехін, кверцетин, кемпферол, мірицетин, апігенін, лютеолін.

Поряд із широким рядом переваг серед флавоноїдів, існує також і ряд недоліків: їхня погана водорозчинність та недостатня здатність блокування УФ-променів [38]. Ізольовані флавоноїди не показують високих значень захисту від УФ променів, через розбавлення концентрації флавоноїду в розчині, або ж втраті стабільності, тому їхню ефективність найкраще оцінювати в комплексі з синтетичними хімічними фільтрами, для зменшення концентрації останніх та, відповідно, зменшенню токсичного впливу на організм. Покращити ефективність сонцезахисного засобу із вмістом флавоноїдів може також їхня інкапсуляція. Таким чином, вміст флавоноїдів та їх біодоступність значно підвищується [39].

Висновки.

1. Була доведена доцільність створення сонцезахисного засобу, що перешкоджатиме шкідливому впливу УФ-променів на шкіру та організм людини в цілому.

2. Для забезпечення ряду вимог: безпечність, ефективність, зручність при нанесенні – найкраще підходить засіб у формі емульсії (лосьйон, крем). Такий засіб є найбільш спорідненим зі шкірою, стабільним та володіє найкращими тактильними характеристиками.

3. У якості сонцезахисних фільтрів використовують фізичні та хімічні сполуки. З точки зору споживацького комфорту, високого рівня захисту та розповсюдженості, найпопулярнішими є хімічні фільтри.

4. Органічні сонцезахисні фільтри, попри високий рівень захисту від УФ-променів, мають суперечливі дані, через відомі наслідки їх на шкіру та організм в цілому, а також негативний вплив на навколишнє середовище.

5. Відповідно, є потреба у створенні безпечного сонцезахисного засобу на основі похідних фенольних сполук – флавоноїдів, що широко розповсюджені в природі, зокрема у рослинах. Додавання сполук рослинного походження, мінімізують ризики та підвищують ефективність засобів, посилюючи сонцезахисний ефект. Механізми більшості флавоноїдів ще не з'ясовані до кінця, що робить цю галузь досліджень перспективною та цікавою на наступні роки.

Список літератури:

1. UV Radiation and the Skin / J. I. D'Orazio та ін. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013. Т. 14. С. 12222–12248. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>
2. Incidence estimate of nonmelanoma skin cancer (keratinocyte carcinomas) in the US population / H. Rogers та ін. *JAMA Dermatology*. 2012. Т. 151, вип. 10. С. 1081–1086.
3. Cancer facts&figures 2025. *American Cancer Society journal*. URL: <https://surl.li/vffszq>
4. Koh H., Geller A., Miller D. Prevention and early detection strategies for melanoma and skin cancer: Current status. *Archives of Dermatology*. 1996. Т. 132. С. 436–442.
5. Green A, Williams G, Neale R, et al. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomized controlled trial. *The Lancet* 1999; 354(9180):723–729.
6. The impact of blue light and digital screens on the skin / J. Kumari та ін. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2023. Т. 22, вип. 4. С. 1185–1190. URL: <https://doi.org/10.1111/jocd.15576>
7. Schütz R. Blue Light and the Skin. *Current Problems in Dermatology*. 2021. Т. 55. С. 354–373. URL: <https://doi.org/10.1159/000517644>.
8. Calculation of the sun protection factor of sunscreens with different vehicles using measured film thickness distribution – Comparison with the SPF in vitro / M. Sohn та ін. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2016. Т. 159. С. 74–81. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.02.038>
9. Formulation of Sunscreens for Optimal Efficacy / D. Moyal та ін. *Journal of Cosmetic Science*. 2020. Т. 71 : 199–208.
10. Wang S., Virmani P., Lim H. Consumer acceptability and compliance: the next frontier in sunscreen innovation. *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine*. 2016. Т. 32. С. 55–56.
11. Barr J. Spray-on sunscreens need a good rub. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2005. Т. 52. С. 180–181.
12. Colipa (2005) Guidelines for Evaluating Sun Product Water Resistance
13. Schneider J. The teaspoon rule of applying sunscreen. *Archives of Dermatological Research*. 2002. Т. 138. С. 838–839.
14. Layering sunscreen with facial makeup enhances its sun protection factor under real-use conditions / M. Kim та ін. *Skin Research and Technology*. 2021. Т. 27. С. 751–757.

15. U. S. Food And Drug Administration. FDA advances new proposed regulation to make sure that sunscreens are safe and effective. *U. S. Food And Drug Administration*. 21.02.2019. URL: <https://surl.li/grndml>
16. Nash J.F., Tanner P.R. Relevance of UV filter/sunscreen product photostability to human safety. *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine*. 2014. T. 30. C. 88–95.
17. Effect of Sunscreen Application on Plasma Concentration of Sunscreen Active Ingredients: A Randomized Clinical Trial / M. Matta та ін. *JAMA*. 2020. T. 323. C. 256–267.
18. Keyes E., Werth V.P., Brod B. Potential allergenicity of commonly sold high SPF broad spectrum sunscreens in the United States; from the perspective of patients with autoimmune skin disease. *International Journal of Women's Dermatology*. 2019. T. 5. C. 227–232.
19. Exposure to benzophenone-3 and reproductive toxicity: A systematic review of human and animal studies / M. Ghazipura та ін. *Reproductive Toxicology*. 2017. T. 73. C. 175–183.
20. Metabolomics Reveal That Octocrylene Accumulates in *Pocillopora damicornis* Tissues as Fatty Acid Conjugates and Triggers Coral Cell Mitochondrial Dysfunction / D. Stien та ін. *Analytical Chemistry Journal*. 2019. T. 91. C. 990–995.
21. Drug Delivery Strategies for Avobenzone: A Case Study of Photostabilization / A. Gholap та ін. *Pharmaceutics*. 2023. T. 15. C. 1008.
22. Osmond M.J., McCall M.J. Zinc oxide nanoparticles in modern sunscreens: An analysis of potential exposure and hazard. *Nanotoxicology*. 2010. T. 4. C. 15–41.
23. Inorganic UV filter-based sunscreens labelled as eco-friendly threaten sea urchin populations / F. Marcellini та ін. *Environmental Pollution*. 2024. T. 351. C. 124093.
24. Flavonoid distribution in tissues of *Phillyrea latifolia* as estimated by microspectrofluorometry and multispectral fluorescence microimaging / G. Agati та ін. *Photochemistry and Photobiology*. 2002. T. 76. C. 350–360.
25. Preparation of organic acid lignin submicrometer particle as a natural broad-spectrum photo-protection agent / L. Shu-Xian та ін. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. T. 132. C. 836–843.
26. Sadeghifar H., Ragauskas A. Lignin as a UV Light Blocker – A Review. *Polymers*. 2020. T. 12. C. 1134.
27. Silymarin, a molecule of interest for topical photoprotection / C. Couteau та ін. *Natural Product Research*. 2012. T. 26. C. 2211–2214.
28. Rutin increases critical wavelength of systems containing a single UV filter and with good skin compatibility / D. Peres та ін. *Skin Research and Technology*. 2016. T. 22. C. 325–333.
29. Chrysin protects epidermal keratinocytes from UVA- and UVB-induced damage / N.-L. Wu та ін. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. T. 59. C. 8391–8400.
30. UVA-photoprotective potential of silymarin and silybin / A. Rajnochová Svobodová та ін. *Archives of Dermatological Research*. 2018. T. 310. C. 413–424.
31. Photoprotective effect of isoflavone genistein on ultraviolet B-induced pyrimidine dimer formation and PCNA expression in human reconstituted skin and its implications in dermatology and prevention of cutaneous carcinogenesis / J. O. Moore та ін. *Carcinogenesis*. 2006. T. 27 : 8. C. 1627–1635. URL: <https://doi.org/10.1093/carcin/bgi367>
32. Calò R., Marabini L. Protective effect of *Vaccinium myrtillus* extract against UVA- and UVB-induced damage in a human keratinocyte cell line (HaCaT cells). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2014. T. 132. C. 27–35.
33. Long-term ingestion of high flavanol cocoa provides photoprotection against UV-induced erythema and improves skin condition in women / U. Heinrich та ін. *The Journal of Nutrition*. 2006. T. 136. C. 1565–1569.
34. Pluemsamran T., Onkoksoong T., Panich U. Caffeic acid and ferulic acid inhibit UVA-induced matrix metalloproteinase-1 through regulation of antioxidant defense system in keratinocyte HaCaT cells. *Photochemistry and Photobiology journal*. 2012. T. 88. C. 961–968.
35. Evaluation of Photoprotective Potential and Percutaneous Penetration by Photoacoustic Spectroscopy of the *Schinus terebinthifolius* Raddi Extract / M. K. Bulla та ін. *Photochemistry and Photobiology journal*. 2015. T. 91. C. 558–566.
36. S. E. Dal Belo, L. R. Gaspar, P. M. B. G. M. Campos, Photo protective effects of topical formulations containing a combination of Ginkgo biloba and green tea extracts, *Phyt. Res.*, 25(2011), pp. 1854–1860.
37. In vitro antioxidant and photoprotective activity of five native Brazilian bamboo species / K. Wróblewska та ін. *Industrial Crops and Products*. 2019. T. 130. C. 208–215.
38. Gause, S.; Chauhan, A. UV-blocking potential of oils and juices. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2016, 38, 354–363.
39. Cutaneous biocompatible rutin-loaded gelatin-based nanoparticles increase the SPF of the association of UVA and UVB filters / C. Oliveira та ін. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2016. T. 81. C. 1–9.

Sterenchuk S. M., Kachan R. V. A REVIEW OF FORMS AND COMPOSITION OF THE SUNSCREEN

Ultraviolet radiation is the main cause of many skin damages. The paper presents prospects in the field of sun protection, describes a number of requirements for sunscreens, namely: effectiveness, water resistance, sensory characteristics, safety for health and the environment. It also describes a list of forms of the product: sticks, powders, sprays, lotions, gels, creams, their advantages and disadvantages. It is proposed to choose an emulsion form as the basis of the product, arguing this by its affinity with the skin and the possibility of adding a wide range of components to stabilize the formula and enhance its properties.

The literature review and analysis conducted by the authors shows that there is a large list of components that perform the role of protection against UV rays, in particular physical and chemical filters. The side effects of the latter are described, in particular allergic manifestations on the skin, effects on the reproductive system and harm to the environment. Physical (mineral) filters are not absorbed by the skin, and therefore cannot cause such harm, but there is a risk of inhalation if they are present in the composition in the form of nano-forms. A modern sunscreen should not only protect the skin from UVA and UVB rays, but also prevent the effects of HEV radiation, the so-called «blue light», which comes from the use of digital gadgets.

Information is provided about flavonoids – substances that are derivatives of phenolic compounds and are widely distributed among plants. A thorough literature review was conducted to learn more about the biological and chemical activity of these substances. These compounds are known to have antioxidant, anti-inflammatory and soothing effects. Flavonoids also exhibit weak sunscreen activity, making them promising components in the development of sunscreens to increase the effectiveness and reduce the toxicity of other filters. Thus, sunscreen emulsions (creams) with flavonoids offer promising results in terms of UV protection.

Key words: *emulsion, chemical filters, physical filters, antioxidants, flavonoids.*