

## ОГЛЯД АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ФІЛЬТРІВ У КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ

Семенюк Н.І., Мала О.Д., Бевз О.В., Перехода Л.О.

*Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна*

*nataliasemen77@gmail.com*

**Вступ.** В останні десятиліття спостерігається прогресивне збільшення УФ-випромінювання через виснаження озонового шару стратосфери. Це сприяє збільшенню кількості шкідливих впливів на здоров'я людини, зокрема на шкіру, таких як опіки, фотостаріння, пошкодження імунної системи, птеригіум або рак. Відповідно, щоб захистити шкіру людини від шкідливого впливу сонячного світла, кількість засобів особистої гігієни, що містять УФ-фільтри, швидко зростає. В даний час оціночний обсяг виробництва УФ-фільтрів досягає 26,9 млн. тонн. УФ-фільтри часто додають до всіх типів засобів особистої гігієни, таких як лосьйони, шампуні, креми, засоби після гоління, засоби для макіяжу тощо.

У Регламенті Європейського Союзу 1223/2009 – Положення про косметичні засоби визначають УФ-фільтри як «речовини, призначені виключно або головним чином для захисту шкіри від певного УФ-випромінювання шляхом поглинання, відбиття або розсіювання УФ-випромінювання». УФ-фільтри поділяються на дві групи: органічні (хімічні) УФ-фільтри, які поглинають УФ-світло, а також неорганічні (фізичні) УФ-фільтри, які відбивають і розсіюють УФ-випромінювання. У хімічній будові УФ-фільтрів міститься одне або кілька бензольних кілець, які іноді сполучені карбонільними групами. За хімічною структурою їх класифікують на: похідні бензофенону, *n*-амінобензойна кислота та її похідні, саліцилати, циннамати, похідні камфори, похідні триазину, похідні бензотриазолу, похідні бензімідазолу та ін. Однією з найпоширеніших груп УФ-фільтрів є бензофенони, зокрема бензофенон-3, який ще у 2012 році був класифікований Агентством з охорони навколишнього середовища США як «хімічна речовина великого обсягу виробництва».

Завдяки щоденному використанню косметичних засобів, що містять УФ-фільтри, такі сполуки поглинаються шкірою в організм, де можуть метаболізуватися і зрештою біоакумулюватися та/або виводитися. Поглинання шкірою може призвести до побічних ефектів, таких як дерматит, а також до мутагенної, канцерогенної та естрогенної активностей.

**Мета.** Провести огляд аналітичних методик визначення УФ-фільтрів у косметичних засобах, визначитись з особливостями підготовки зразків та меж виявлення, точності і відтворюваності запропонованих методик.

**Матеріали та методи.** Проведення огляду літератури щодо УФ-фільтрів, їх хімічної будови, нормування вмісту та методик визначення.

**Результати та їх обговорення.** Підготовка зразка залежить від типу косметичного засобу, цільових аналітів і методики, яка буде використана. Загалом приготування косметичного зразка не вимагає складної попередньої обробки засобу. Це пояснюється тим, що вміст УФ-фільтрів в косметичних засобах є достатньо високим на рівні 5-10%, крім того, стверджується, що за

останні десятиліття методи визначення УФ-фільтрів у косметиці не надто модифікувалися та у більшості випадків (приблизно 90%) для аналізу використовується рідинна хроматографія, яка дозволяє проводити прямий аналіз.

Початкова підготовка зразка полягає в розчиненні зразка косметичного засобу в ретельно підбраному розчиннику (зазвичай етанол, метанол, етилацетат, вода, тетрагідрофуран). Етапу розчинення косметичного зразка може передувати гомогенізація, залежно від типу косметичного продукту (тобто консистенції). Наступні кроки процедури можуть включати обробку зразка ультразвуком протягом кількох хвилин (5–30 хв, 40 °C), магнітне змішування, механічне струшування або центрифугування (1–20 хв, 3500–14800 об/хв), що може допомогти прискорити розчинення.

У більшості публікацій приводяться методики аналізу методом рідинної хроматографії з оберненою фазою в поєднанні з УФ-видимим детектором з однією довжиною хвилі або з діодною матрицею, що дає можливість отримати весь УФ-спектр для всіх піків. Найбільш використовуваною нерухомою фазою є традиційний тип октадецилсилікату (C18), але також октисилікат (C8) і амід (C16). У разі поділу з оберненою фазою найбільш часто використовують такі розчинники, як вода, метанол, тетрагідрофуран, ацетонітрил або їх суміші. Більш екологічні аналітичні методики включають використання суміші етанол–вода в рухомій фазі. Практикуються також ізократичний або градієнтний режими елюції.

Деякі речовини можуть бути додані до елюенту, щоб скоротити пікове відставання, наприклад, оцтова кислота у випадку визначення бензофенону-3. Для буферизації використовують такі реагенти, як натрію фосфат або ацетат, амонію ацетат. В якості рухомої фази використовується гідроксипропіл- $\beta$ -циклодекстрин – модифікатор для покращення роздільної здатності між різними аналітами.

Деякі публікації описують використання газової хроматографії в поєднанні з мас-спектрометрією для визначення УФ-фільтрів в косметичних засобах, з використанням N,O-біс(триметилсиліл)трифторацетаміду та ангідриту оцтової кислоти як дериватизуючих реагентів. Газова хроматографія використовується в процедурах дериватизації з силілюючими реагентами, які можуть збільшити летючість УФ-фільтра, а також чутливість.

Окрім рідинної та газової хроматографії, існує також кілька інших методів розділення. Одним із них є міцелярна електрокінетична хроматографія, яка використовує непокрите кремнеземні капіляри та додецилсульфат натрію як поверхнево-активну речовину. Інші включають тонкошарову хроматографію, надкритичну рідинну хроматографію та вольтамперометрію прямокутної хвилі.

Всі методики характеризуються межею визначення УФ-фільтра в зразках на рівні від 0,02 мкг/мл до 20 мкг/мл, тобто є високочутливими, специфічними та можуть розглядатись для проведення контролю якості косметичних засобів залежно від устаткування лабораторії та косметичного підприємства.

**Висновки.** Проведено огляд літератури щодо методів визначення УФ-фільтрів в косметичних засобах.