



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО ФАРМАЦЕВТИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ХІМІЯ МАЙБУТНЬОГО: СТУДЕНТСЬКІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ІННОВАЦІЇ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ДИСТАНЦІЙНОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

22.04.2026
ХАРКІВ

УДК 543.616.2

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГІАЛУРОНОВОЇ КИСЛОТИ В КОСМЕТИЧНІЙ СИРОВАТЦІ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Анастасія Ананко

Керівники – Н. П. Богомол, Н. Б. Гаврилова

**Фаховий коледж Національного фармацевтичного університету
м. Харків, Україна**

Вступ

Дана робота присвячена аналізу косметичної сироватки з метою встановлення точного вмісту гіалуронової кислоти. У фармацевтичній та косметичній практиці спектрофотометрія є одним із найбільш затребуваних методів завдяки своїй високій чутливості та можливості працювати з мікрокількостями речовини. В основі дослідження лежить кольорова реакція з карбазолом у присутності концентрованої сульфатної кислоти та боратів, що дозволяє отримати забарвлений комплекс, інтенсивність якого прямо пропорційна концентрації аналіту.

Обґрунтування методу

Метою було провести вимірювання та математично довести лінійність методики, розрахувати вміст гіалуронової кислоти без використання графічних методів.

Методика виконання експерименту

На першому етапі були підготовлені специфічні реагенти: розчин динатрію тетраборату в концентрованій сульфатній кислоті (Реагент А) та спиртовий розчин карбазолу (Реагент В). Для побудови математичної моделі приготували серію стандартних розчинів гіалуронової кислоти з концентраціями 2, 4, 6, 8 та 10 мкг/мл.

Підготовка об'єкта дослідження полягала у точному зважуванні 1,000 г косметичної сироватки, яку згодом розчиняли у мірній колбі об'ємом 100 мл. Оскільки концентрація кислоти в сироватці зазвичай вища за аналітичний діапазон приладу, було виконано додаткове розведення отриманого розчину в 10 разів. Сама реакція проходила у два етапи: спочатку на водяній бані здійснювалося термічне руйнування полімеру в кислому середовищі, а після

додавання карбазолу формувався стабільний забарвлений комплекс. Фінальне вимірювання оптичної густини проводилося при довжині хвилі 530 нм.

Результати та математична обробка даних

Для обробки результатів застосовано метод найменших квадратів (МНК). Це дозволило отримати максимально точні параметри калібрувальної залежності.

Таблиця 1.

Результати вимірювання

C (мкг/мл)	2	4	6	8	10
A	0,13	0,25	0,37	0,50	0,62

На основі вимірювань серії стандартів були розраховані статистичні суми:

$\sum C$	$\sum A$	$\sum C^2$	$\sum A^2$	$\sum CA$
30	1,87	220	0,8507	13,68

Виходячи з цих значень, були виведені параметри рівняння регресії:

кутовий коефіцієнт

$$K = \frac{nCA - (C)(A)}{nC^2 - (C)^2} = \frac{5 \cdot 13,68 - 30 \cdot 1,87}{5 \cdot 220 - 30^2} = 0,062$$

Та вільний член b:

$$b = \frac{A \cdot n - kC}{n} = \frac{1,37 - 0,062 \cdot 30}{5} = 0,002$$

Отже, отримана математична модель залежності оптичної густини від концентрації має вигляд:

$$A = 0,062C + 0,002$$

Розрахований коефіцієнт кореляції склав:

$$r = \frac{nCA - (C)(A)}{\sqrt{(nC^2 - (C)^2)(nA^2 - (A)^2)}} = \frac{5 \cdot 13,68 - 30 \cdot 1,87}{\sqrt{200 \cdot 0,7566}} = \frac{12,3}{12,30} = 1,000$$

що є ідеальним показником згідно з вимогами Державної Фармакопеї України та свідчить про високу якість приготування серії стандартних розчинів.

При аналізі досліджуваної сироватки прилад показав значення оптичної густини $A = 0,54$. Використовуючи виведене рівняння, встановлено, що концентрація у вимірюваній кюветі становить:

$$C = \frac{A - b}{k} = \frac{0,54 - 0,002}{0,062} = 8,68 \text{ мкг/мл}$$

З урахуванням розведення: $C = 8,68 \cdot 10 = 86,8 \text{ мкг/мл}$

Висновок

У ході проведеного дослідження було успішно реалізовано кількісне визначення вмісту гіалуронової кислоти в косметичній сироватці методом абсорбційної спектрофотометрії в УФ-видимій області спектра.

На основі отриманих експериментальних даних було проведено математичну валідацію методики з використанням методу найменших квадратів (МНК). Розрахований коефіцієнт кореляції $r = 1,000$ свідчить про високу прецизійність (точність) проведених вимірювань та підтверджує сувору лінійну залежність між оптичною густиною та концентрацією аналіту в обраному діапазоні (2–10 мкг/мл). Це повністю відповідає критеріям прийнятності згідно з вимогами Державної Фармакопеї України (ДФУ) для аналітичних методик.

За результатами аналізу встановлено, що фактичний вміст гіалуронової кислоти в досліджуваному зразку косметичної сироватки становить 86,8 мкг/мл. Використання розрахункового алгоритму замість класичного графічного методу дозволило мінімізувати суб'єктивні похибки та забезпечити високу достовірність кінцевого результату. Отримана концентрація свідчить про відповідність зразка заявленим характеристикам та підтверджує придатність обраної методики для контролю якості косметичної продукції на вміст кислих глікозаміногліканів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид. Харків: РІРЕГ, 2015. Т. 1. 1128 с.
2. Бондарець І. Р., Георгіянець В. А. Оцінювання придатності методики кількісного визначення гіалуронату натрію в медичних виробках – імплантатах ін'єкційних. *Health & Education*. 2024. Вип. 2. С. 117–124.
3. Аналітична хімія: навч. посіб. / І. В. Коломієць, Є. М. Матушкіна, Г. Ю. Сафронова, І. Л. Шевченко, О. А. Шматько. Харків: Коледж НФаУ, 2015. 172 с.
4. Зінчук В. К., Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу: навч. посіб. / за ред. В. К. Зінчука. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. 464 с.
5. Фармацевтичний аналіз: навч. посіб. для студ. вищ. фармац. навч. закл. / П. О. Безуглий, В. О. Грудько, С. Г. Леонова та ін. Харків: НФаУ; Золоті сторінки, 2013. 552 с.