



DOI <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2023.4.14295>

УДК 615.072:615.451:543.422.3

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НІТРОФУРАЛУ В БАГАТОКОМПОНЕНТНОМУ СПРЕЇ

В. О. Чернякова, Н. Ю. Бевз

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

[nata.bevz.60@gmail.com](mailto:nata.bevz.60@gmail.com)

### ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:  
24.07.2023

Після доопрацювання / Revised:  
07.09.2023

Прийнято до друку / Accepted:  
14.09.2023

### Ключові слова:

нітрофурал;  
спрей аптечного виготовлення;  
спектрофотометрія;  
кількісне визначення.

### АНОТАЦІЯ

**Мета роботи.** Розробка спектрофотометричних методик кількісного визначення нітрофуралу в назальному багатокомпонентному спреї антигістамінної дії екстемпорального виготовлення.

**Матеріали і методи.** Матеріалом для дослідження обрана лікарська форма екстемпорального виготовлення: «Спрей від алергії» (виробник ТОВ «Леда», м. Харків). Модельні суміші готували із субстанцій: нітрофуралу, дифенгідраміну гідрохлориду, фенілефрину гідрохлориду і натрію хлориду, які були використані при виготовленні лікарської форми. У роботі використані: аналітична вага AXIS (Польща), спектрофотометр UV-2600 SHIMADZU, рН-метр (рН-150 МИ), мірний посуд класу А і реактиви, що відповідають вимогам Державної Фармакопеї України (ДФУ).

**Результати і обговорення.** Вперше розроблено дві прості, специфічні, легкі, правильні та прецизійні методики для визначення нітрофуралу без попереднього розділення складових досліджуваного спрею. Для визначення кількісного вмісту нітрофуралу в присутності фенілефрину гідрохлориду, дифенгідраміну гідрохлориду і натрію хлориду використовували метод абсорбційної спектрофотометрії в ультрафіолетовій ділянці у водному середовищі за власним поглинанням сполуки за довжини хвилі 375 нм і метод абсорбційної спектрофотометрії у видимій ділянці в середовищі 0,1 М розчину натрію гідроксиду за довжини хвилі 445 нм.

Підпорядкування основному закону світлопоглинання розчинів нітрофуралу в обох середовищах спостерігається в межах концентрації сполуки від 0,0016 мг/мл до 0,0160 мг/мл. Отримані валідаційні характеристики свідчать про те, що запропоновані спектрофотометричні методики кількісного визначення нітрофуралу в досліджуваній багатокомпонентній лікарській формі за правильністю, прецизійністю, лінійністю ( $\Delta_{As}=1.60 \leq \max \Delta_{As}=3.20$ ,  $\delta=0.33\%$  та  $0.09 \leq \max \delta = 1.02$ ,  $a=0.04$  та  $1.38 \leq \max a=5.12$ ,  $r = 0.9999 \geq \min r=0.9924$ ) є придатними для контролю вмісту нітрофуралу в досліджуваному багатокомпонентному спреї.

**Висновки.** Розроблено спектрофотометричні методики для визначення нітрофуралу в комбінованому лікарському засобі у формі спрею. Доведено, що за такими валідаційними характеристиками, як лінійність, прецизійність, правильність та робастність, запропоновані спектрофотометричні методики кількісного визначення нітрофуралу в багатокомпонентному лікарському засобі є валідними.

**Вступ.** Нітрофурал (нітрофуразон, фурацилін) є антисептичним засобом місцевої дії і застосовується в медичній практиці у вигляді водних або спиртових розчинів. Випускається фармацевтичною промисловістю у формі порошку або таблеток для приготування розчинів для зовнішнього застосування та вушних крапель. Антисептичні властивості нітрофуралу застосовують для виготовлення в умовах аптек як монокомпонентних, так і багатокомпонентних лікарських засобів.

Кількісне визначення нітрофуралу в субстанції проводиться методом спектрофотометрії у водних диметилформамідних розчинах за довжини хвилі 375 нм із застосуванням методу стандарту [1–4]. Для кількісної оцінки нітрофуралу в екстемпоральних однокомпонентних лікарських формах, таких як водні розчини, використовують зазвичай об'ємний йодометричний метод зворотного титрування [5] або фотоколориметричний, що базується на вимірюванні поглинання забарвленого продукту взаємодії нітрофуралу з натрію гідроксидом. Вимірювання абсорбції забарвленого розчину проводили на фотоколориметрах різних класів (КФК-3, КФК-2) за довжини хвилі 440 нм, що є неселективним вимірюванням і таким, що не відповідає фармакопейним вимогам до спектрофотометричних досліджень [6]. З метою гармонізації національної системи забезпечення якості лікарських засобів до європейських вимог, автором [7] запропоновані умови кількісного визначення нітрофуралу в 0,02 % водному розчині та 0,2 % мазі, виготовлених в умовах аптеки, спектрофотометричним методом за власним світлопоглинанням водних розчинів речовини за довжини хвилі 375 нм.

Для кількісного визначення нітрофуралу в комбінації з іншими активними фармацевтичними інгредієнтами обраний спектрофотометричний метод, який частіше застосовується у фармацевтичному аналізі. Цей метод є швидким і, в окремих випадках, придатним для визначення складу різноманітних лікарських сумішей, потребує використання меншої кількості розчинників аналітичного класу, що, відповідно, зменшує кількість відходів, порівняно з іншими фізико-хімічними методами [8, 9].

**Мета роботи** – розробка спектрофотометричних методик кількісного визначення нітрофуралу в багатокомпонентному назальному спреї з антигістамінними властивостями, виготовленому в умовах аптеки.

**Матеріали і методи.** Матеріалом для дослідження обрано екстемпоральний лікарський засіб «Спрей від алергії», виробництва ТОВ «ЛЕДА» (м. Харків), що є багатокомпонентною рідкою лікарською формою у полімерному контейнері, обладнаному дозувальним засобом, такого складу: 0,01 г фенілефрину гідрохлориду; 0,01 г дифенгідраміну гідрохлориду; 0,135 г натрію хлориду; 15 мл розчину нітрофуралу (1:5000). Наважки речовин для приготування мо-

дельних розчинів та реактивів відважували на аналітичній вазі AXIS (Польща). Вимірювання pH розчинів здійснювали за допомогою pH-метра (pH-150 МИ). Запис спектрів і вимірювання абсорбції здійснювали на спектрофотометрі UV-2600 SHIMADZU. У роботі використовували мірний посуд класу А і реактиви, які відповідають вимогам Державної Фармакопеї України (ДФУ).

Методика кількісного визначення.

*Випробовуваний розчин.* 1,0 мл лікарської форми поміщають у мірну колбу місткістю 25,0 мл і доводять водою або 0,1 М розчином натрію гідроксиду до позначки.

*Приготування розчину порівняння.* 0,0200 г СЗ нітрофуралу вміщують в мірну колбу місткістю 100,0 мл, розчиняють при нагріванні у 50 мл води, охолоджують і доводять об'єм розчину водою до позначки. 1,0 мл отриманого розчину доводять водою або 0,1 М розчином натрію гідроксиду до об'єму 25,0 мл.

*Компенсаційний розчин.* Вода або 0,1 М розчин натрію гідроксиду.

Вимірюють абсорбцію *випробовуваного розчину* і *розчину порівняння* на спектрофотометрі за довжини хвилі 375 нм або 445 нм відносно компенсаційного розчину.

Вміст нітрофуралу (X, мг) у спреї розраховують за формулою:

$$X, \text{ мг} = \frac{A \cdot m_0 \cdot 25 \cdot 1 \cdot V_{\text{лф}} \cdot 1000}{A_0 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 25} = \frac{A \cdot m_0 \cdot V_{\text{лф}} \cdot 10}{A_0}$$

де А – абсорбція *випробовуваного розчину*;

A<sub>0</sub> – абсорбція *розчину порівняння*;

m<sub>0</sub> – маса наважки СЗ нітрофуралу для приготування розчину порівняння, в г;

V<sub>лф</sub> – об'єм лікарської форми, мл.

Вміст нітрофуралу в спреї має бути від 2,70 мг до 3,30 мг.

**Результати й обговорення.** Запропоновано дві спектрофотометричні методики кількісного визначення нітрофуралу, в основу яких покладено фізико-хімічні властивості речовини. Для застосування спектрофотометрії за власним поглинанням для кількісного визначення нітрофуралу в багатокомпонентному спреї досліджували абсорбційні спектри водних розчинів нітрофуралу, дифенгідраміну гідрохлориду, фенілефрину гідрохлориду, модельної суміші та спрею в ділянці від 200 нм до 500 нм. Установили, що в електронному спектрі поглинання водного розчину нітрофуралу є два максимуми поглинання при довжинах хвиль 260 нм і 375 нм [4], при цьому визначено, що інші компоненти лікарської форми практично не поглинають за довжини хвилі 375 нм: у водному розчині дифенгідраміну гідрохлориду спостерігається плече при 217–219 нм, водному розчині фенілефрину гідрохлориду – максимуми при 213 нм і 273 нм (рис. 1).

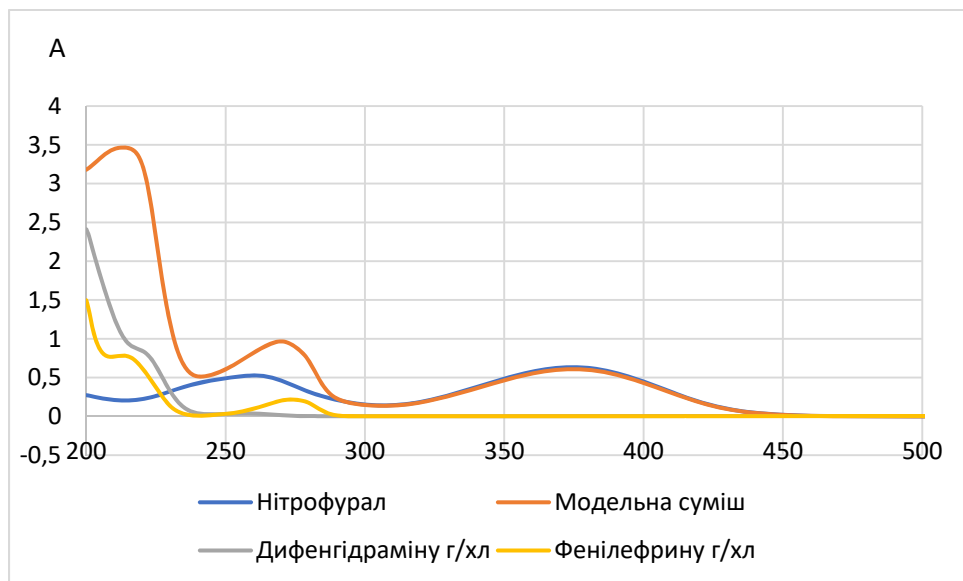


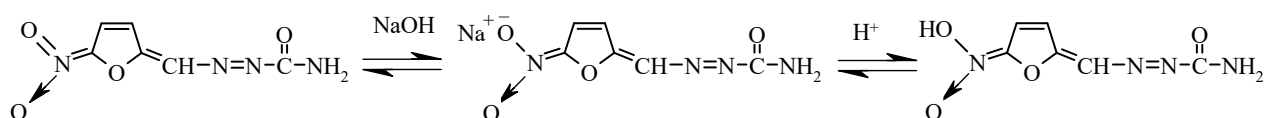
Рис. 1. Абсорбційні спектри водних розчинів нітрофуралу, дифенгідраміну гідрохлориду, фенілефрину гідрохлориду та модельної суміші.

Другим спектрофотометричним методом для кількісного визначення нітрофуралу в суміші обраний метод, що ґрунтується на поглинанні сполуки у видимій ділянці в лужному середовищі. Нітрофурал містить нітрогрупу, яка при додаванні незначних кількостей натрію гідроксиду утворює сіль жовто-оранжевого забарвлення. Було вирішено дослідити оптимальні умови утворення забарвлення. До водних розчинів нітрофуралу однакової концентрації додавали різні об'єми 0,1 М розчину натрію гідроксиду, корегуючи рН в межах від 11,04 до 12,03.

Установлено, що при додаванні до 1,0 мл 0,0008 % водного розчину нітрофуралу еквівалентної кількості

спектри забарвленого продукту після додавання до розчину нітрофуралу 10,0 мл розчину натрію гідроксиду (рН 11,56) спостерігаються плече в ділянці довжин хвиль 245–254 нм і максимуми при 287 нм і 444 нм. При проведенні реакції в 0,1 М розчині натрію гідроксиду (рН 12,03) в абсорбційному спектрі досліджуваного розчину спостерігаються плече в ділянці довжин хвиль 218–224 нм і максимуми поглинання при 245 нм, 287 нм і 445 нм (рис. 2).

Залежність ходу кривих світлопоглинання від рН розчину, що характеризується зміною положення та інтенсивності максимумів, свідчить про утворення і співіснування різних таутомерних форм нітрофуралу:



0,1 М розчину натрію гідроксиду рН реакційної суміші становить 11,04 і максимуми абсорбційного спектра розчину забарвленого продукту спостерігаються за довжин хвиль 261 нм та 377 нм, спектр поглинання характеризується наявністю плеча в ділянці 445–453 нм. При збільшенні кількості розчину натрію гідроксиду до 2,0 мл (рН 11,14) спостерігається батохромний зсув максимумів до 265 нм та 382 нм відповідно і з'являється плече в ділянці 437–458 нм. Додавання до 1,0 мл 0,0008 % водного розчину нітрофуралу 5,0 мл натрію гідроксиду (рН 11,35) призводить до появи додаткових плечей в ділянці довжин хвиль 244–253 нм, 383–389 нм, 413–417 нм і максимумів при 206 нм, 286 нм, 439 нм. В абсорбційному

спектрі забарвленого продукту після додавання до розчину нітрофуралу 10,0 мл розчину натрію гідроксиду (рН 11,56) спостерігаються плече в ділянці довжин хвиль 245–254 нм і максимуми при 287 нм і 444 нм. При проведенні реакції в 0,1 М розчині натрію гідроксиду (рН 12,03) в абсорбційному спектрі досліджуваного розчину спостерігаються плече в ділянці довжин хвиль 218–224 нм і максимуми поглинання при 245 нм, 287 нм і 445 нм (рис. 2).

Залежність ходу кривих світлопоглинання від рН розчину, що характеризується зміною положення та інтенсивності максимумів, свідчить про утворення і співіснування різних таутомерних форм нітрофуралу. Про можливість співіснування таутомерних форм нітрофуралу в лужних розчинах свідчить наявність точок перетину кривих світлопоглинання за довжин 275 нм і 403 нм (ізобестичні точки) (рис. 2).  
Наявність доволі пологого інтенсивного максимуму при довжині хвилі 445 нм (рН 12,03) спонукала обрати для подальших спектрофотометричних випробувань в якості розчинника 0,1 М розчин натрію гідроксиду. Експериментально встановлено, що абсорбційний спектр лікарського засобу в 0,1 М розчині натрію гідроксиду в ультрафіолетовій ділянці характеризується наявністю інтенсивних максимумів абсорбції за рахунок

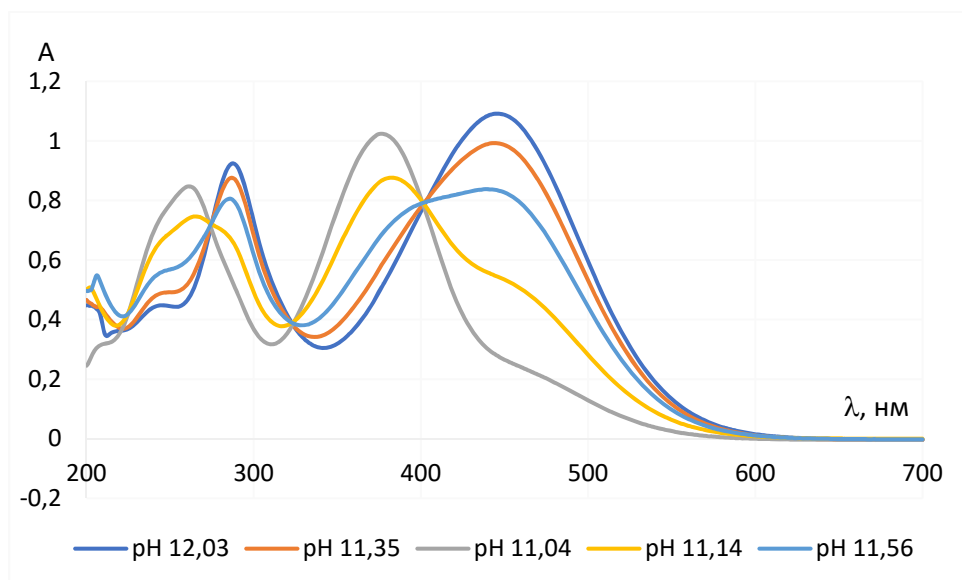


Рис. 2. Абсорбційні спектри продуктів реакції 0,0008 % водного розчину нітрофурану з натрію гідроксидом при різних рН.

ароматичної будови складових спрею, що в цих умовах характеризуються наявністю абсорбції дифенгідраміну при 218 нм і фенілефрину при 215 нм, 237 нм та 291 нм. У той же час електронний спектр поглинання лікарського препарату в ділянці від 350 нм до 700 нм практично накладається з абсорбційним спектром СЗ нітрофурану і максимум абсорбції спостерігається при 445 нм (рис. 3).

Підпорядкування стандартних водних розчинів нітрофурану за довжини хвилі 375 нм і забарвлених розчинів нітрофурану за довжини хвилі 445 нм закону Бугера – Ламберта – Бера спостерігається в межах концентрацій аналізованої речовини від 0,0016 мг/мл до 0,0160 мг/мл.

При вивченні валідаційних характеристик методик встановили, що інші компоненти суміші практично не впливають на випробування як при кіль-

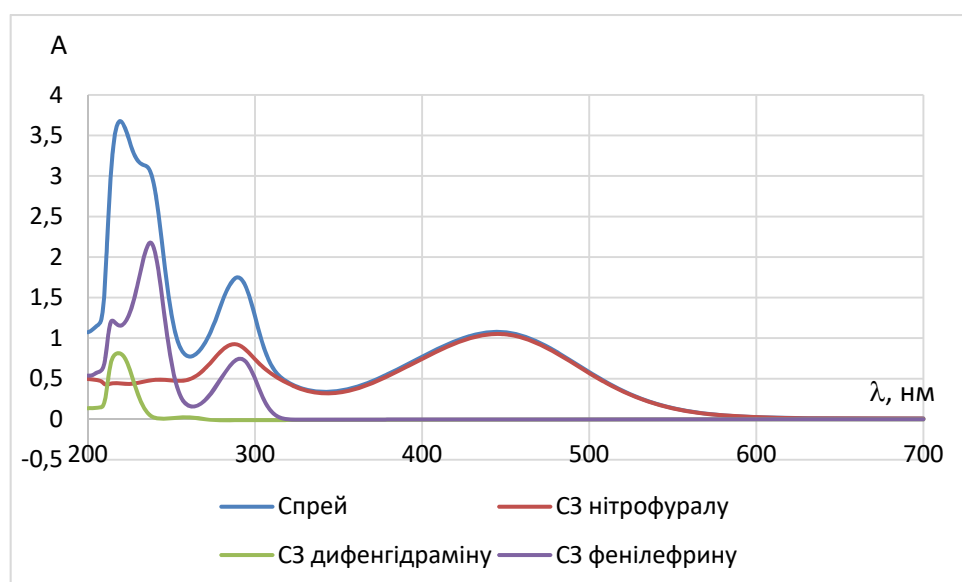


Рис. 3. Абсорбційні спектри лікарського засобу, СЗ нітрофурану, фенілефрину, дифенгідраміну в 0,1 М розчині натрію гідроксиду.

кісному визначенні нітрофуралу методом абсорбційної спектрофотометрії в УФ-ділянці ( $\delta=0,33\%$ ), так і у видимій ( $\delta=0,09\%$ ). Виконуються усі вимоги до параметрів лінійної залежності, тобто лінійність обох методик підтверджується у всьому діапазоні 80–120 % від обраної концентрації, про що свідчать отримані результати розрахунків величин  $b$ ,  $S_b$ ,  $a$ ,  $S_a$ ,  $S_o$  (залишкове стандартне відхилення),  $r$  (коефіцієнт кореляції), наведені в таблиці 1, та отримані в нормалізованих координатах прямі (рис. 4) [10, 11].

Оцінку прецизійності та правильності було проведено, використовуючи результати, отримані при дослідженні лінійності. Встановлено, що методики є точними на рівні збіжності, оскільки одnobічний довірчий інтервал не перевищує максимально допустиму невизначеність аналізу ( $0,44\%$  та  $0,76\% \leq 1,60\%$ ), і правильними – істинне значення величин не виходить за межі встановленого довірчого інтервалу ( $0,01\%$  та  $0,03\%$ ).

При дослідженні робастності методик вивчали стабільність випробовуваних і стандартних розчинів. Проводили вимірювання абсорбції досліджуваних

розчинів за запропонованих довжин хвиль 375 нм та 445 нм упродовж 1 години. Виміри абсорбції аналізованих розчинів проводили по три рази з вийманням кювети одразу після приготування та кожні 15 хв. Довели, що систематичні похибки  $\delta$  обох методик, не перевищують критичного значення  $\max \delta$ . Результати представлені в таблиці 2.

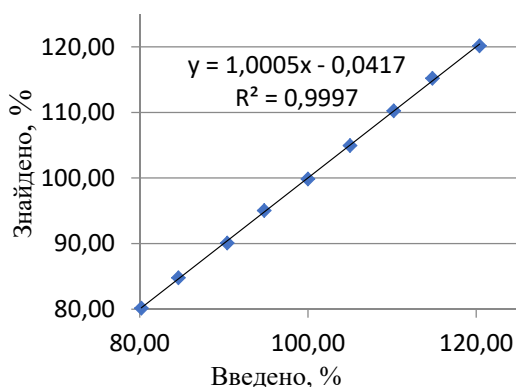
Для підтвердження коректності методик при відтворенні в іншій лабораторії розраховували прогноз повної невизначеності, який включав невизначеність пробопідготовки та прогнозовану невизначеність кінцевої аналітичної операції спектрофотометричної методики, що становить  $0,70\%$ . Прогнозована повна невизначеність результатів аналізу  $\Delta_{As} = 1,60\%$  не перевищує критичного значення  $\max \Delta_{As} = 3,2\%$ , тобто результати, отримані за даними методиками, будуть коректними при виконанні в інших лабораторіях [10].

Методики апробовані на шести серіях спрею аптечного виготовлення. Результати кількісного визначення нітрофуралу в багатокомпонентному протиалергічному назальному спреї отримані двома способами і метрологічні характеристики наведені в таблицях 3, 4.

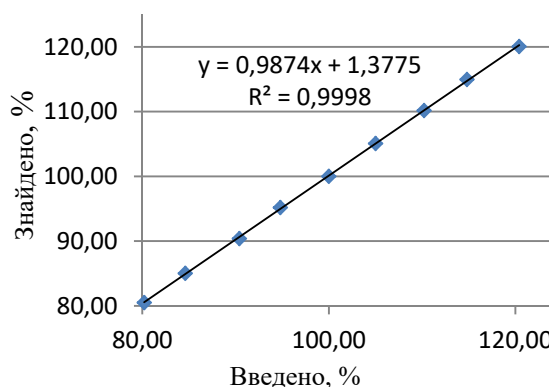
Таблиця 1

Числові показники лінійної залежності

Величина	Значення		Критерії	Висновок
	абсорбційна спектрофотометрія в УФ-ділянці	абсорбційна спектрофотометрія в видимій ділянці		
$b \pm S_b$	$1,0005 \pm 0,0061$	$0,9874 \pm 0,0044$	–	–
$a \pm S_a$	$0,0417 \pm 0,6131$	$1,3775 \pm 0,4461$	$\max a = 5,12$	відповідає
$S_o$	0,2364	0,1720	$\min S_o = 1,69$	відповідає
$r$	0,9999	0,9999	0,9924	відповідає



а



б

Рис. 4. Графіки залежності абсорбції від концентрації нітрофуралу в нормалізованих координатах, визначені методом абсорбційної спектрофотометрії: а – в УФ-ділянці, б – у видимій ділянці.

Таблиця 2

Стабільність аналізованих розчинів у часі

<i>t</i> , хв	0	15	30	45	60	Середнє	<i>RSD<sub>t</sub></i> , %	$\Delta t$ , %	<i>max</i> δ, %
<i>Водних розчинів нітрофуралу при 375 нм</i>									
<i>A</i> досліджуваного розчину	0,5270	0,5253	0,5230	0,5223	0,5213	0,5238	0,4423	0,9428	1,02
<i>A</i> стандартного розчину	0,5327	0,5320	0,5350	0,5353	0,5327	0,5335	0,2849	0,6074	
<i>Забарвленого продукту взаємодії нітрофуралу з 0,1 М розчином натрію гідроксиду при 445 нм</i>									
<i>A</i> досліджуваного розчину	0,5407	0,5427	0,5407	0,5390	0,5383	0,5403	0,3128	0,6668	1,02
<i>A</i> стандартного розчину	0,5320	0,5311	0,5297	0,5303	0,5287	0,5303	0,2410	0,5139	

Таблиця 3

Результати кількісного визначення нітрофуралу в протиалергічному назальному спреї методом спектрофотометрії в ультрафіолетовій ділянці за довжини хвилі 375 нм

№	Об'єм лікарської форми, мл	Абсорбція випробовуваного розчину	Абсорбція розчину порівняння	Вміст нітрофуралу в спреї, мг	Метрологічні характеристики
1	1,0	0,512	0,525	2,809	$\bar{X} = 2,866$ $S^2 = 0,0041$ $S = 0,0643$ $S_{\bar{x}} = 0,0262$ $\Delta x = 0,1652$ $\Delta \bar{X} = 0,0675$ $\varepsilon = 5,77\%$ $\bar{\varepsilon} = 2,35\%$
2		0,508		2,787	
3		0,530		2,908	
4		0,532		2,918	
5		0,516		2,831	
6		0,536		2,940	

Таблиця 4

Результати кількісного визначення нітрофуралу в протиалергічному назальному спреї після взаємодії з 0,1 М розчином натрію гідроксиду методом спектрофотометрії в видимій ділянці за довжини хвилі 445 нм

№	Об'єм лікарської форми, мл	Абсорбція випробовуваного розчину	Абсорбція розчину порівняння	Вміст нітрофуралу в спреї, мг	Метрологічні характеристики
1	1,0	0,539	0,528	2,940	$\bar{X} = 3,050$ $S^2 = 0,0083$ $S = 0,0909$ $S_{\bar{x}} = 0,0371$ $\Delta x = 0,2337$ $\Delta \bar{X} = 0,0954$ $\varepsilon = 7,66\%$ $\bar{\varepsilon} = 3,13\%$
2		0,543		2,962	
3		0,557		3,038	
4		0,561		3,060	
5		0,573		3,125	
6		0,582		3,175	



**Висновки.** Розроблено дві спектрофотометричні методики кількісного визначення нітрофуралу в присутності фенілефрину гідрохлориду, дифенгідраміну гідрохлориду і натрію хлориду у складі протиалергічного назального спрею аптечного виготовлення, які базуються на вимірюванні абсорбції в ультрафіолетовій та видимій ділянках спектру у водних розчинах з різним значенням рН. За валідаційними характеристиками: лінійність, прецизійність, правильність та робастність запропоновані спектрофотометричні методики є придатними для кількісного визначення нітро-

фуралу у багатокомпонентному лікарському засобі «Спрей від алергії» екстемпорального виготовлення.

**Подяка.** Автори висловлюють щире подяку завідувачу кафедри аналітичної хімії Навчально-наукового інституту хімії та екології Ужгородського національного університету доценту Я. І. Студеняку за надання можливості виконувати експериментальні дослідження на базі кафедри.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare

## SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF NITROFURAL IN A MULTICOMPONENT SPRAY

V. O. Chernyakova, N. Yu. Bevz

National Pharmaceutical University, Kharkiv, Ukraine

nata.bevz.60@gmail.com

**The aim of the work.** Development of spectrophotometric methods for the quantitative determination of nitrofurural in a multicomponent nasal spray of antihistamine action of extemporaneous manufacture.

**Materials and Methods.** Extemporaneous dosage form was chosen as the material for the study: "Allergy Spray" (manufactured by Leda LLC, Kharkiv). The model mixtures were prepared using the substances nitrofurural, diphenhydramine hydrochloride, phenylephrine hydrochloride and sodium chloride, which were used in the manufacture of the dosage form with the appropriate quality certificates. The study was carried out using an AXIS analytical balance (Poland), a SHIMADZU UV-2600 spectrophotometer, a pH meter (pH-150 MI), class A measuring utensils and reagents that meet the requirements of the State Pharmacopoeia of Ukraine (SPU).

**Results and Discussion.** Two simple, specific, easy, correct and precise spectrophotometric methods were first developed for the study of nitrofurural in combination, without prior separation of the components of the spray under study. It is proposed to use the method of absorption spectrophotometry in the ultraviolet region in aqueous medium based on the intrinsic absorption of the compound at 375 nm and the method of absorption spectrophotometry in the visible region in the medium of 0.1 M sodium hydroxide solution at a wavelength of 445 nm.

The obedience to the basic law of light absorption of nitrofurural solutions in both media is observed within the concentration of the compound from 0.0016 mg/ml to 0.0160 mg/ml. The obtained validation characteristics indicate that the proposed spectrophotometric methods for the quantitative determination of nitrofurural in the studied multicomponent dosage form meet the parameters of correctness, accuracy, linearity ( $\Delta_{As} = 1.60 \leq \max \Delta_{As} = 3.20$ ,  $\delta = 0.33\%$  and  $0.09 \leq \max \delta = 1.02$ ,  $a = 0.04$  and  $1.38 \leq \max a = 5.12$ ,  $r = 0.9999 \geq \min r = 0.9924$ ).

**Conclusions.** The spectrophotometric methods for the determination of nitrofurural in a combination drug product in the form of a spray were developed. It has been proved that the proposed spectrophotometric methods for the quantitative determination of nitrofurural in a multicomponent drug product are valid in terms of such validation characteristics as linearity, precision, accuracy and robustness.

**Key words:** nitrofurural; pharmaceutical spray; spectrophotometry; quantitative determination.

### Перелік бібліографічних посилань

1. European Pharmacopoeia 10<sup>th</sup> ed. Available from: <https://www.edqm.eu/en/european-pharmacopoeia-ph-eur-10th-edition>
2. British Pharmacopoeia 2023<sup>rd</sup> ed. / The British Pharmacopoeia Secretariat. – London, 2023. Available at: <https://www.pharmacopoeia.com/>
3. The United States Pharmacopoeia 46-NF 41. – Rockville, 2023. Available at: <https://www.usp.org/>
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014, 2:724 с.
5. Євтіфєєва О. А., Проскуріна К. І., Георгіянц В. А. Валідація йодометричної методики кількісного визначення нітрофуралу в розчинах аптечного виготовлення. *Фармац. журн.* 2009. № 2. С. 105-110.
6. Георгіянц В. А., Євтіфєєва О. А., Проскуріна К. І. Застосування методу фотоколориметрії для кількісного визначення водного розчину фурациліну в аптечних лікарських формах. *Журнал орган. та*

- фарм. хімії. 2008. Т. 6, вип 1(21). С. 62-70.
7. Proskurina K. I. Development and validation of the methods for quantitative determination of nitrofuril by uv spectrophotometry. *Вісник фармації*. 2013. № 4(76). С. 28-32.
  8. Akash M.S.H., Rehman K. Ultraviolet-Visible (UV-VIS) Spectroscopy. In: *Essentials of Pharmaceutical Analysis*. Springer, Singapore. 2020. DOI: 10.1007/978-981-15-1547-7\_3
  9. Simultaneous spectrophotometric determination of drug components from their dosage formulations. D. Gupta, S. Bhardwaj, S. Sethi et al. *Spectrochimica Acta Part A Mol Biomol Spectrosc*. 2022. No. 270. P. 120819. DOI: 10.1016/j.saa.2021.120819.
  10. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2015;1:1128 с.
  11. Євтіфеєва О. А., Георгіянц В. А. Лікарські засоби, виготовлені в аптеках: особливості проведення валідації аналітичних методик і випробувань (До впровадження розділу монографії ДФУ). *Фармацевтичний журнал*. 2021. № 76 (6). С.80-93.

## References

1. European Pharmacopoeia 10<sup>th</sup> ed. Available from: <https://www.edqm.eu/en/european-pharmacopoeia-ph-eur-10th-edition>
2. British Pharmacopoeia 2023<sup>rd</sup> ed. The British Pharmacopoeia Secretariat. London, 2023. Available from: <https://www.pharmacopoeia.com/>
3. The United States Pharmacopeia. 46-NF 41. Rockville, 2023. Available from: <https://www.usp.org/>
4. State Pharmacopoeia of Ukraine. 2nd edition T. 2. Kharkiv: SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines.; 2014. 724 p.
5. Yevtifieieva OA, Proskurina KI, Heorhiants VA [Validation of the iodometric method for the quantitative determination of nitrofuril in pharmacy solutions. *Farmats. zhurn*. 2009; 2: 105-10. Ukrainian.
6. Heorhiants VA, Yevtifieieva OA, Proskurina KI. Application of the photocolometry method for the quantitative determination of an aqueous solution of furacilin in pharmaceutical dosage forms. *Zhurnal orhan. ta farm. khimii*. 2008;6: 62-70. Ukrainian.
7. Akash MSH, Rehman K. Ultraviolet-Visible (UV-VIS) Spectroscopy. In: *Essentials of Pharmaceutical Analysis*. Springer, Singapore. 2020. DOI: 10.1007/978-981-15-1547-7\_3
8. Gupta D, Bhardwaj S, Sethi S, Pramanik S, Das DK, Kumar R, Singh PP, Vashistha VK. Simultaneous spectrophotometric determination of drug components from their dosage formulations. *Spectrochimica Acta Part A Mol Biomol Spectrosc*. 2022;270: 120819. DOI: 10.1016/j.saa.2021.120819.
9. State Pharmacopoeia of Ukraine. 2nd edition T. 1. Kharkiv: SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines.; 2015. 1128 p.
10. Ievtifieieva OA, Heorhiants VA. [Medicinal products manufactured in pharmacies: features of validation of analytical methods and tests (Before the implementation of the section of the monograph of the SPhU)]. *Farmatsevtichnyi zhurnal*. 2021;76 (6): 80-93. Ukrainian.

## Відомості про авторів

**Чернякова В. О.** – аспірантка кафедри фармацевтичної хімії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. E-mail: [valeriya.chernyakova@icloud.com](mailto:valeriya.chernyakova@icloud.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4325-1454>.

**Бевз Н. Ю.** – канд. фарм. наук, доцент кафедри фармацевтичної хімії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. E-mail: [nata.bevz.60@gmail.com](mailto:nata.bevz.60@gmail.com), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7259-8908>.

## Information about the authors

**Chernakova V. O.** – PhD-student, the Pharmaceutical Chemistry Department, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine. E-mail: [valeriya.chernyakova@icloud.com](mailto:valeriya.chernyakova@icloud.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4325-1454>.

**Bevz N. Yu.** – PhD (Pharmacy), Associate Professor of the Pharmaceutical Chemistry Department, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine. E-mail: [nata.bevz.60@gmail.com](mailto:nata.bevz.60@gmail.com), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7259-8908>.