



УДК 615.233:543.42

DOI <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2022.3.13341>

ВИВЧЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕКСТРОМЕТОРФАНУ

М. М. Михалків¹, В. М. Яцюк², В. М. Коробчук², М. І. Дмитрів³, І. Б. Івануса¹

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України¹

Тернопільський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України²
Державна служба з лікарських засобів та контролю за наркотиками в

Тернопільській області³

mikhalkiv@tdmu.edu.ua

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:
10.08.2022

Після доопрацювання / Revised:
17.08.2022

Прийнято до друку / Accepted:
18.08.2022

Ключові слова:

дексстрометорфан;
УФ- та ІЧ-спектроскопія;
молярний та питомий показники
світлопоглинання.

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Вивчити ІЧ- та УФ-спектри поглинання декстрометорфану, розрахувати його молярні та питомі показники світлопоглинання в розчинниках різної полярності.

Матеріали і методи. Для аналізу було використано субстанцію декстрометорфану гідроброміду. Для запису електронних спектрів поглинання і вимірювання абсорбції застосовували спектрофотометри Cary 50 M і Lambda-25. ІЧ-спектроскопічне вивчення декстрометорфану гідроброміду здійснювали з використанням спектрометра Nicolet iS 10FTIR.

Результати й обговорення. Ми вивчили УФ-спектри декстрометорфану в різних розчинниках, які відрізняються полярністю: етанол, хлороформ, вода, гексан, діетиловий ефір. Як показують результати наших досліджень, максимум поглинання декстрометорфану в УФ-ділянці знаходиться в діапазоні 280–282 нм у всіх розчинниках. Особливістю і відмінністю спектрів у різних за полярністю розчинниках є наявність меншого чи більшого розширення-роздвоєння у максимумі смуги поглинання. Як показали результати наших досліджень, найбільший молярний і питомий показники світлопоглинання характерні для розчинів декстрометорфану в хлороформі (2193 та 80,83 відповідно) й етанолі (2181 та 80,40 відповідно). Було розшифровано ІЧ-спектр декстрометорфану.

Висновки. Отримані ІЧ- та УФ-спектри поглинання декстрометорфану у подальшому будуть використані для ідентифікації та кількісного визначення; розраховані молярні та питомі показники світлопоглинання в різних розчинниках. При кількісному визначенні як розчинник раціонально використовувати етиловий спирт.

Вступ. Створення засобів протикашльової дії без побічних реакцій, характерних для агоністів опіїдних рецепторів, привело до отримання речовин, що були визначені як ненаркотичні протикашльові засоби центральної дії. До складу таких лікарських засо-

бів, зокрема, належить декстрометорфан (DXM) – D-ізомер леворфанолу, синтезований та запатентований в 1949 році компанією «Hoffmann-La Roche». У клінічній практиці він застосовується з 1953 р. як засіб, яким можна замінити наркотичний алкалоїд – ко-

деїн, який має високу протикашльову активність. DXM не має знеболювальних, седативних ефектів, не призводить до закрепів, характерних для інших опіоїдів. Спочатку вважали, що він має високий профіль безпеки та не викликає звикання [1]. За даними Aleksandra Piątek, у дозах 30–90 мг DXM має знеболювальний ефект і його можна використовувати як знеболювальний засіб при комбінованій терапії ракових захворювань [2]. Зараз відомо, що він може спричинити гостру інтоксикацію, а також психологічну залежність. Сучасні літературні джерела вказують на зростання рекреаційного використання декстрометорфану серед різних верств населення, особливо серед молоді [3–6]. Легко доступні безрецептурні ліки, що містять DXM, можуть викликати галюцинації або ейфорію і це становить загрозу для їхнього неконтрольованого використання.

DXM застосовують у лікарських засобах як сіль – декстрометорфану гідроброміду моногідрат, окремі характеристики якого наведені у таблиці 1.

При надходженні в організм декстрометорфан метаболізує шляхом О-деметилування і перетворюється на активний метаболіт декстрорфан, який відповідає за психоактивні властивості препарату, виявляючи антагоністичну дію на NMDA рецептори (N-methyl-D-aspartate) та стимулювальну дію на сигма 1 рецептори ($\sigma 1R$) [2–5]. Декстрорфан може зазнавати N-деметилування і перетворюватися на 3-гідроксиморфінан [2, 4]. Вважають, що наркотичний вплив DXM залежить від швидкості його метаболізму – так при повільному метаболізмі спостерігаються виражені сонливість і дифорія, тоді як швид-

кий метаболізм призводить до ейфорії [3, 5]. Доза препарату впливає на реакцію організму: у дозі 1,5–7,5 мг/кг маси тіла він індукує стимуляцію, поліпшення настрою, рухові порушення, а застосування доз, що перевищують 7,5 мг/кг маси тіла, – викликає дисоціативні ефекти [2].

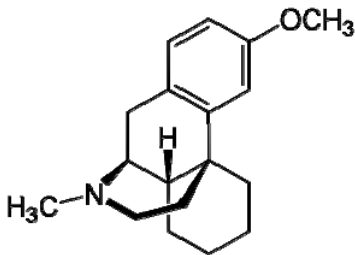
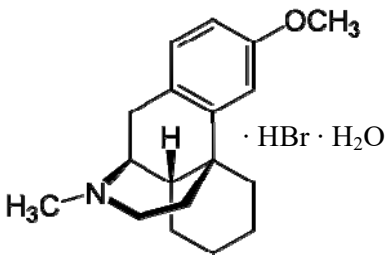
При інтоксикації DXM найчастіше спостерігаються психічні розлади (сплутаність свідомості, манія, неспокій), порушення координації, лихоманка, пітливість, м'язовий тремор, гіперрефлексія, тахікардія, діарея та нудота [2, 3, 6]. Феномен толерантності та виникнення абстинентних симптомів, таких як тривога, біль у м'язах та суглобах, безсоння, діарея, блювання, тремтіння верхніх кінцівок, пригнічення настрою, дисфорія були описані у хворих на хронічне зловживання DXM в завищених дозах [2, 3].

Алкоголь потенціює дію декстрометорфану, як і більшості лікарських засобів [2]. Паралельне вживання в їжу citrusових, зокрема грейпфрутового соку, посилює психоактивні властивості DXM [6].

DXM міститься у різних формах лікарських засобів, таких як таблетки, сиропи, льодяники та капсули, які можуть містити інші активні інгредієнти, такі як анальгетики, антигістамінні та відхаркувальні засоби [6]. В Україні декстрометорфан зареєстрований у вигляді таблеток (ЦЕТЛО® ПЛЮС, Тос-май, КАФФЕТІН КОЛД®, КОМБІГРИП ДЕКСА®, ХЕЛПЕКС® АНТИКОЛД ДХ, ГРИПЕКС АКТИВ МАКС), каплет (МІЛІСТАН МУЛЬТИСИМПТОМНИЙ), сиропів (ВІКС АКТИВ МЕДІНАЙТ), суспензій (МІЛІСТАН МУЛЬТИСИМПТОМНИЙ) [7].

Таблиця 1

Фізичні характеристики речовин

Речовина	Декстрометорфан	Декстрометорфану гідробромід моногідрат
Формула		
Хімічна назва	(+)-3-метокси-17-метил-(9 α ,13 α ,14 α)-морфінан	(+)-3-метокси-17-метил-(9 α ,13 α ,14 α)-морфінану гідробромід моногідрат
Молекулярна формула	C ₁₈ H ₂₅ NO	C ₁₈ H ₂₈ BrNO ₂
Молярна маса	271,40 г/моль	370,35 г/моль
Температура плавлення	107,5°C	122°C
Фізичні властивості	Білий або злегка жовтий опалесцюючий кристалічний порошок, без запаху, із гірким смаком, практично не розчиняється у воді; розчинний у хлороформі	Білий кристалічний порошок, розчинний у воді, легко розчинний у спирті, практично не розчинний в ефірі

Для ідентифікації речовини в ході хіміко-токсикологічного аналізу, серед інших методів, застосовують УФ-спектрофотометрію. Однак вигляд лише одного УФ-спектра є недостатнім аргументом для проведення об'єктивної ідентифікації речовини, оскільки можливе накладання смуг поглинання речовин, присутніх у складі комбінованих лікарських засобів або суміші лікарських засобів. Разом із цим, при дослідженні очищених вилучень із біологічних об'єктів, зразків із місця події у вигляді залишків засобів чи біологічних виділень, УФ-спектрофотометрія залишається зручним, доступним методом експрес-аналізу речовин, що стали причиною отруєнь [8, 9, 10].

Значно селективнішим методом ідентифікації речовин є ІЧ-спектроскопія [11, 12, 13]. Сукупно положення максимумів поглинання в УФ- та смуг поглинання в ІЧ-спектрах є більш придатними для попередньої ідентифікації досліджуваних речовин. Це стало можливим і набуло широкого застосування завдяки створенню баз узагальнених УФ- та ІЧ-характеристик сотень токсикологічно важливих речовин та їхніх метаболітів. Аналіз доступних джерел літератури показав, що дані із розшифрування ІЧ-спектрів декстрометорфану й опису його УФ-спектрів у різних розчинниках практично відсутні і це суттєво обмежує застосування цих зручних і доступних оптичних методів для його виявлення у різних об'єктах хіміко-токсикологічного аналізу.

Мета роботи – вивчити ІЧ- та УФ-спектри поглинання декстрометорфану, розрахувати його молярні та питомі показники світлопоглинання у різних розчинниках.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленої мети ми використали субстанцію декстрометорфану гідроброміду моногідрату (серія № 6700-34-1, Fagron GmbH & Co. KG, Німеччина). Запис УФ-спектрів здійснювали за допомогою спектрофотометра Cary 50 M, вимірювання абсорбції проводили також на спектрофотометрі Lambda-25. В роботі використовували кварцеві кювети з товщиною поглинального шару 1 см. Як розчин порівняння використовували відповідний розчинник (бідистильована вода, етанол (фарм.), хлороформ (фарм.), діетиловий етер (фарм.), гексан (х.ч.)). Для запису УФ-спектрів готували розчини декстрометорфану, шляхом розчинення його наважки у відповідному розчиннику до отримання концентрації 50 мкг/мл.

Для запису ІЧ-спектрів декстрометорфану гідроброміду у дисках із калію бромідом використовували ІЧ-спектрометр Nicolet iS10 FTIR (інтервал сканування 4000–525 cm^{-1} , роздільна здатність – 4 cm^{-1} ; кількість сканів – 16).

Результати й обговорення. Було отримано УФ-спектри декстрометорфану в розчинниках різної полярності: воді (діелектрична стала $\epsilon=80,4$), етанолі ($\epsilon=25,3$), хлороформі ($\epsilon=4,81$), гексані (2,0), діетиловому ефірі (4,34) (рис. 1). В електронному спектрі по-

глинання декстрометорфану спостерігали максимум за довжини хвилі 280–282 нм у всіх вибраних розчинниках. Особливістю і відмінністю спектрів є менше чи більше розширення-роздвоєння у максимумі поглинання у різних за полярністю розчинниках.

Для ідентифікації декстрометорфану це роздвоєння є характеристичною ознакою, оскільки є додатковою специфічною особливістю речовини при спектральній її ідентифікації.

УФ-спектрофотометрія широко застосовується як для ідентифікації, так і для кількісного визначення різноманітних за природою речовин і є одним із експресних та доступних методів аналізу. Тому ми провели дослідження з визначення питомих та молярних коефіцієнтів світлопоглинання декстрометорфану (основи) у хлороформі, діетиловому ефірі, етанолі, а також декстрометорфану гідроброміду у воді.

Для розрахунку показників поглинання декстрометорфану в етанолі (95 % (об/об)), а також декстрометорфану гідроброміду у воді проводили вимірювання абсорбції за довжини хвилі 280 нм, а в хлороформі та діетиловому ефірі – 282 нм, які відповідали максимуму поглинання у цих розчинниках.

Як показали результати наших досліджень (табл. 2), найбільші молярні і питомі показники поглинання характерні для декстрометорфану в хлороформі (2193 та 80,83 відповідно) й етанолі (2181 та 80,40 відповідно). При кількісному визначенні можна використовувати ці розчинники. У всіх відношеннях робота зі спиртовими розчинами є більш безпечною, порівняно із хлороформними. Важливо також, що останні є легколеткими, що приводить до зміни об'ємів розчинів, які, як правило, є невеликими у хіміко-токсикологічних визначеннях. Зважаючи на це, а також враховуючи, що показники поглинання декстрометорфану в обох розчинниках практично мало відрізняються, оптимальним розчинником для розчинення декстрометорфану і підготовки розчинів для спектрофотометрії є етанол.

При дослідженні методом ІЧ-спектроскопії отримано спектри декстрометорфану гідроброміду у дисках з калію бромідом (рис. 2).

При ІЧ-спектроскопічному дослідженні декстрометорфану отримали спектр із смугами поглинання при:

– 694 cm^{-1} , 824 cm^{-1} , 865 cm^{-1} – смуги поглинання середньої інтенсивності, що характерні для деформаційних позаплощинних коливань С-Н зв'язків бензенового кільця;

– 1016 cm^{-1} та 1040 cm^{-1} – смуги поглинання середньої інтенсивності, що відповідають деформаційним площинним коливанням С-Н зв'язків бензенового кільця;

– 1096 cm^{-1} – смуга поглинання деформаційних площинних коливань С-Н зв'язків піридинового циклу;

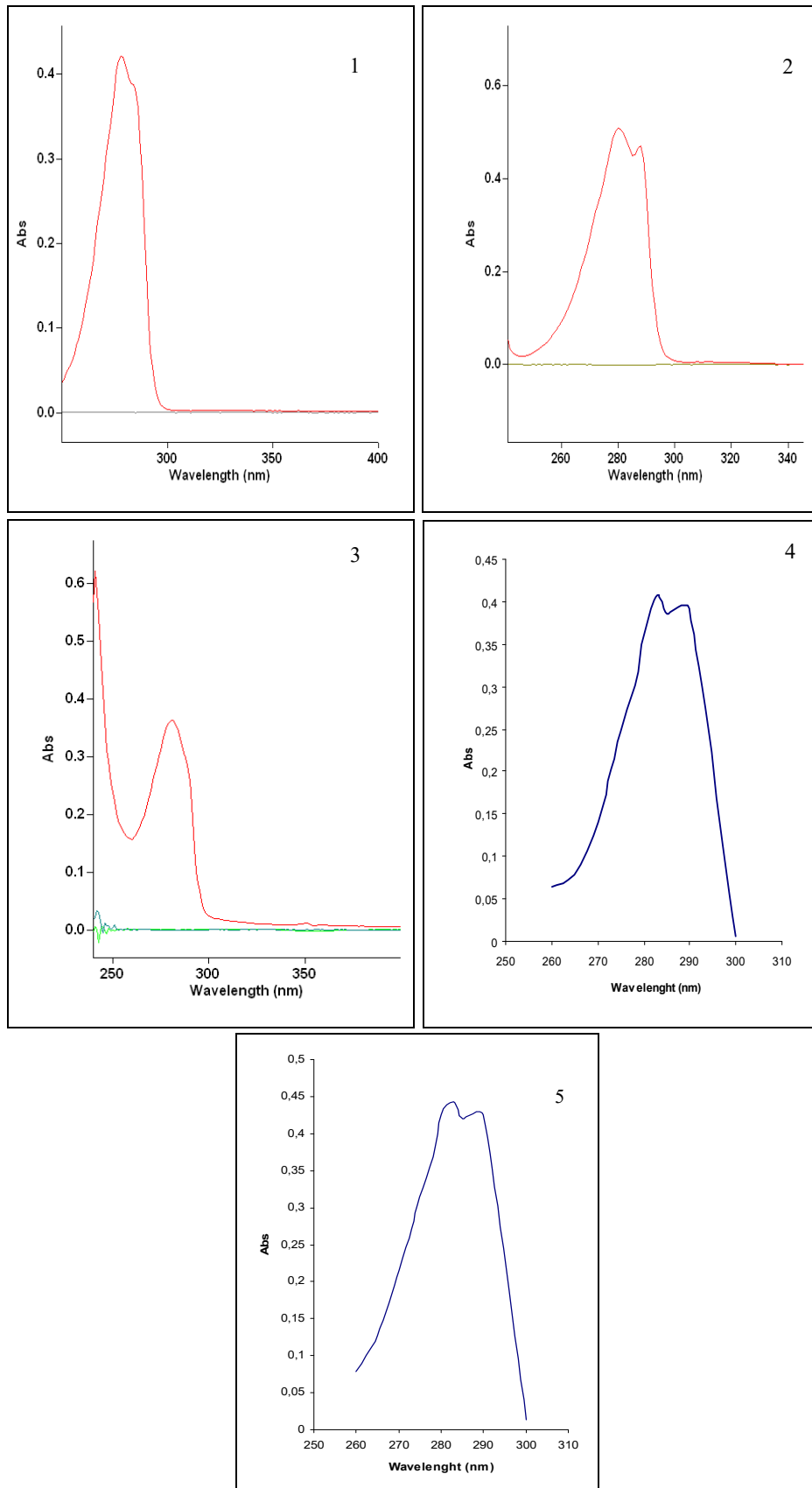


Рис. 1. УФ-спектр декстрометорфану у: 1 – воді; 2 – етанолі; 3 – хлороформі; 4 – діетиловому ефірі; 5 – гексані.

Таблиця 2

Питомі та молярні коефіцієнти світлопоглинання декстрометорфану

Розчинник λ , нм	Молярний коефіцієнт світлопоглинання	Метрологічні характеристики	Питомий коефіцієнт світлопоглинання	Метрологічні характеристики
Вода, 280	1954	S = 9 $\Delta X = 7$ $\varepsilon = 0,36 \%$ ($\alpha = 0,95$)	72,13	S = 0,44 $\Delta X = 0,35$ $\varepsilon = 0,49 \%$ ($\alpha = 0,95$)
Етанол, 280	2181	S = 21 $\Delta X = 17$ $\varepsilon = 0,78 \%$ ($\alpha = 0,95$)	80,40	S = 0,81 $\Delta X = 0,64$ $\varepsilon = 0,80 \%$ ($\alpha = 0,95$)
Хлороформ, 282	2193	S = 66 $\Delta X = 52$ $\varepsilon = 2,37 \%$ ($\alpha = 0,95$)	80,83	S = 2,44 $\Delta X = 1,92$ $\varepsilon = 2,38 \%$ ($\alpha = 0,95$)
Діетиловий ефір, 282	2060	S = 72 $\Delta X = 56$ $\varepsilon = 2,72 \%$ ($\alpha = 0,95$)	75,93	S = 2,63 $\Delta X = 2,07$ $\varepsilon = 2,73 \%$ ($\alpha = 0,95$)

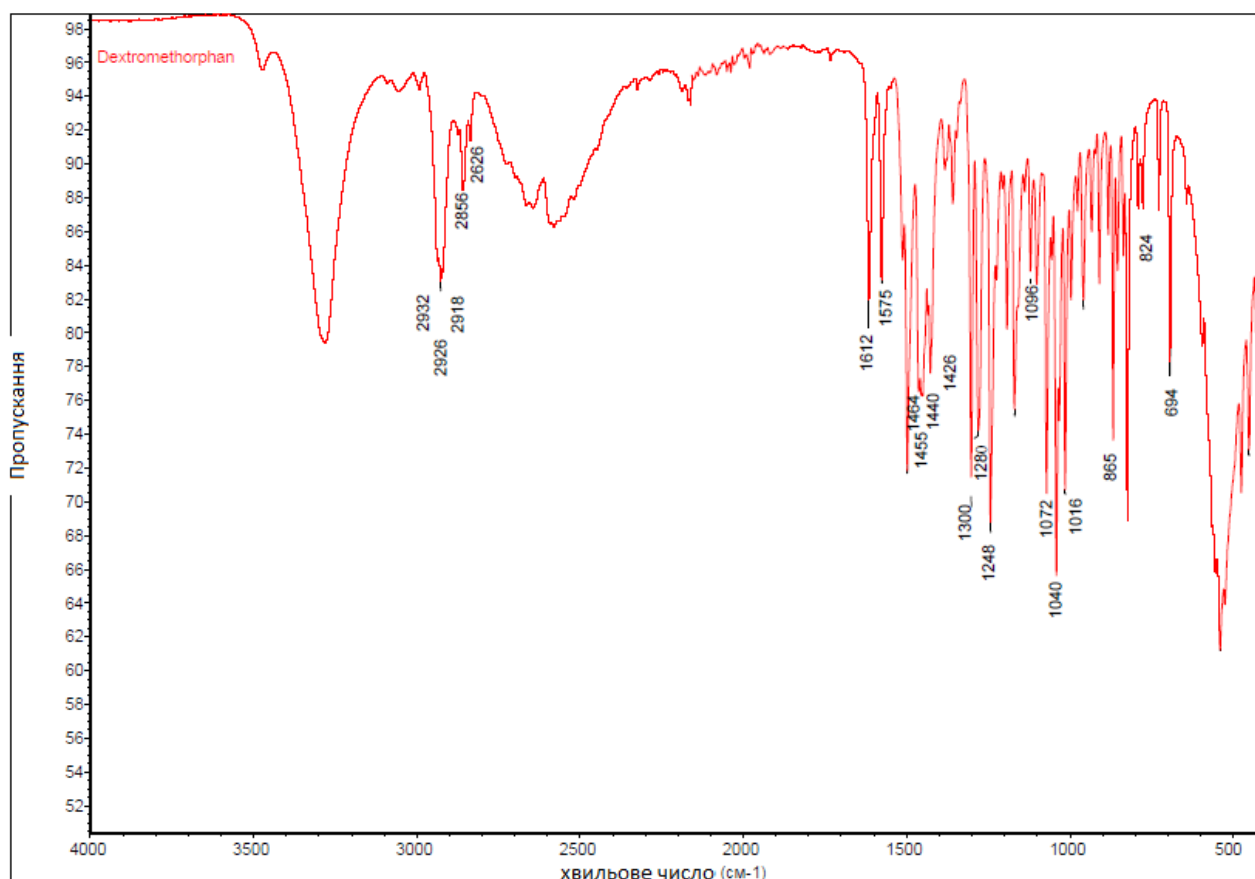


Рис. 2. ІЧ-спектр, отриманий для декстрометорфану гідроброміду в дисках із калію бромідом.

– 1072 cm^{-1} та 1248 cm^{-1} – дві інтенсивні смуги поглинання, характерні симетричним валентним коливанням зв'язка C-O-C в групі C=C-O-C ароматичних етерів;

– 1280 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, зумовлена валентними коливаннями C-O зв'язку в групі C-O-C;

– 1300 cm^{-1} – смуга поглинання середньої інтенсивності, характерна для асиметричних валентних коливань C-O-C- зв'язку в групі C=C-O-C ароматичних етерів;

– 1426 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, характерна деформаційним симетричним коливанням групи CH_3 у зв'язку N- CH_3 ;

– 1440 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, характерна для ножничних коливань метиленових груп гідрованих фрагментів фенантронового циклу;

– 1455 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, що характеризує деформаційні симетричні коливання групи CH_3 у зв'язку O- CH_3 ;

– 1464 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, характерна для деформаційних коливань метиленових груп гідрованих фрагментів фенантронового циклу;

– 1496 cm^{-1} , 1575 cm^{-1} , 1612 cm^{-1} – інтенсивні смуги поглинання, що характеризують валентні «пульсаційні» коливання вуглецевого скелета бензенового фрагмента фенатрену;

– 2826 cm^{-1} – смуга поглинання середньої інтенсивності, характерна для валентних симетричних коливань групи CH_3 у зв'язку N- CH_3 ;

– 2856 cm^{-1} – інтенсивна смуга поглинання, характерна для валентних симетричних коливань групи CH_3 у зв'язку O- CH_3 ;

– 2918 cm^{-1} , 2926 cm^{-1} , 2932 cm^{-1} – інтенсивні смуги поглинання, характерні для валентних асиметричних коливань метиленових та металевих груп досліджуваної речовини.

Таким чином, обрані характеристичні і нехарактеристичні смуги ІЧ-спектра, зумовлені індивідуальними особливостями будови молекули, і спектральні характеристики в УФ-ділянці спектра, отримані у різних розчинниках, дадуть змогу ідентифікувати декстрометорфан у досліджуваних об'єктах хіміко-токсикологічного аналізу.

Висновки. 1. Вивчено поглинання декстрометорфану в УФ-ділянці спектра і встановлено, що максимум абсорбції для його водних, етанольних, хлороформних, гексанових і етерних (діетиловий етер) розчинах знаходиться в діапазоні від 280 до 282 нм, а застосування розчинників із меншою полярністю спричиняє роздвоєння спектра у максимумі.

2. Розраховано молярні та питомі показники поглинання декстрометорфану у досліджуваних розчинниках, які дозволяють здійснити оцінку його вмісту у досліджуваному об'єкті без застосування стандартного зразка.

3. Здійснено віднесення смуг поглинання в ІЧ-спектрі декстрометорфану, що може бути використано для його виявлення в об'єктах хіміко-токсикологічного аналізу.

STUDY OF DEXTROMETHORPHAN SPECTRAL CHARACTERISTICS

M. M. Mykhalkiv¹, V. M. Yatsyuk², V. M. Korobchuk², M. I. Dmytriv³, I. B. Ivanusa¹

1. Horbachevsky Ternopil National Medical University¹

Ternopil Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine²

State Service of Ukraine on Medicines and Drugs Control in Ternopil region³

mikhalkiv@tdmu.edu.ua

The aim of the work. To study the IR and UV absorption spectra of dextromethorphan, to calculate its molar and specific absorptivity in solvents of different polarity.

Materials and Methods. The substance of dextromethorphan hydrobromide was used for the analysis. Cary 50 M and Lambda-25 spectrophotometers were used to record the electronic absorption spectra and measure absorption. Nicolet iS 10FTIR spectrometer was used for IR spectroscopic study of dextromethorphan hydrobromide.

Results and Discussion. We studied the UV spectra of dextromethorphan in solvents of different polarity: ethanol, chloroform, water, hexane, diethyl ether. Our research has shown that the absorption maximum of dextromethorphan in the UV region ranges from 280 to 282 nm in all solvents. The peculiarity and difference in the spectra in solvents with different polarity is the presence of a smaller or larger expansion-bifurcation in the absorption maximum. The largest values of molar and specific absorptivity are in chloroform (2193 and 80.83, in accordance) and ethanol (2181 and 80.40, in accordance) dextromethorphan solutions. The IR spectra of dextromethorphan was deciphered.

Conclusions. IR and UV absorption spectra of dextromethorphan are obtained and can be further used for its identification and assay. Molar and specific absorptivity was calculated in various solvents. Ethyl alcohol was proved to be a rational solvent for quantitative determination.

Key words: dextromethorphan; UV and IR spectroscopy; molar and specific absorptivity.

Список бібліографічних посилань

1. Bem J.L., Peck R. Dextromethorphan An Overview of Safety Issues. *Drug Safety*. 1992. Vol. 7, Iss. 3. P. 190–199.
2. Piątek A., Koziarska-Rościszewska M., Zawilska J. Rekreatywnie używanie leków dostępnych w odręcznej sprzedaży: odurzenie i doping mózgu. *Alcoholism and Drug Addiction*. 2015. Vol. 28, Iss. 1. P. 65–77.
3. Szymanik-Grzelak H., Sołtyski J. Ostre zatrucie dekstrometorfaniem wśród nastolatków. *Pediatrics Polska*. 2012. Vol. 87, Iss. 5. P. 454–459.
4. Silva A.R., Dinis-Oliveira R.J. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of dextromethorphan: clinical and forensic aspects. *Drug Metabolism Reviews*. 2020. P. 1–25.
5. Alan Schatzberg F. Understanding the efficacy and mechanism of action of a dextromethorphan-bupropion combination: Where does it fit in the NMDA versus mu-opioid story? *Am. J. Psychiatry*. 2022. Vol. 179, Iss. 7. P. 448-450.
6. Ritter D., Ouellette L., Sheets J.D., Riley B., Judge B., Cook A., Jones J.S. "Robo-tripping": Dextromethorphan toxicity and abuse. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2019. Vol. 38, Iss. 4. P. 839–841. DOI:10.1016/j.ajem.2019.10.001
7. Державний реєстр лікарських засобів України. URL: <http://www.driz.com.ua>.
8. Tomarowska L. Yu., Baiurka S. V., Karpushyna S. A. Development of the methods for atomoxetine identification suitable for the chemical and toxicological analysis. *Вісник Фармації*. 2017. № 2 (90). С. 13–20.
9. Розроблення методів ідентифікації та кількісного визначення есциталопраму, придатних для хіміко-токсикологічного аналізу / С. В. Баюрка та ін. *Фармац. журн.* 2012. № 6. С. 79–85.
10. Москаленко В. Ю., Мерзлікін С. І. Розробка умов ізолювання та спектрофотометричного визначення метформіну в біологічних об'єктах. *Фармацевт. часоп.* 2016. № 2. С. 22–25.
11. Новий підхід до ідентифікації оксипрокаїну в лікарських засобах / М. Г. Левін та ін. *Фармацевт. часоп.* 2018. № 1. С. 63–65.
12. Сич І. В., Перевода Л. О., Єрьоміна З. Г. Синтез, фізико-хімічні властивості та прогноз біологічної активності нових похідних 2-R1-N-(5-R)-1,3,4-тіадіазол-2-іл- бензолсульфонамідів *Annals of Mechnikov institute*. 2015. № 4. С. 75–81.
13. Ідентифікація будови продукту взаємодії верапамілу гідрохлориду з бромкрезоловим зеленим / М. І. Суліма та ін. *Фармацевт. часоп.* 2020. № 1. С. 51–58.

References

1. Bem JL, Peck R. Dextromethorphan An Overview of Safety Issues. *Drug Safety*. 1992;7(3):190-9. DOI:10.2165/00002018-199207030-00004.
2. Piątek A, Koziarska-Rościszewska M, Zawilska J. Rekreatywnie używanie leków dostępnych w odręcznej sprzedaży: odurzenie i doping mózgu. *Alcoholism and Drug Addiction*. 2015;28(1): 65-77. DOI:10.1016/j.al-kona.2015.03.001.
3. Szymanik-Grzelak H, Sołtyski J. Ostre zatrucie dekstrometorfaniem wśród nastolatków. *Pediatrics Polska*. 2012;87(5): 454-9. DOI:10.1016/j.pepo.2012.08.004
4. Silva AR, Dinis-Oliveira RJ. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of dextromethorphan: clinical and forensic aspects. *Drug Metabolism Reviews*. 2020;1-25. DOI:10.1080/03602532.2020.1758712
5. Alan F. Schatzberg. Understanding the efficacy and mechanism of action of a dextromethorphan-bupropion combination: Where does it fit in the NMDA versus mu-opioid story? *Am J Psychiatry*. 2022;179(7): 448-0. doi.org/10.1176/appi.ajp
6. Ritter D, Ouellette L, Sheets JD, Riley B, Judge B, Cook A, Jones JS. "Robo-tripping": Dextromethorphan toxicity and abuse. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2019;38(4): 839-41. DOI:10.1016/j.ajem.2019.10.001
7. State Register of the Ukrainian drugs. URL: <http://www.driz.com.ua>. Ukrainian.
8. Tomarowska LYu, Baiurka SV, Karpushyna SA. Development of the methods for atomoxetine identification suitable for the chemical and toxicological analysis. *Visnyk Farmatsiyi*. 2017;2(90): 13-0. Ukrainian.
9. Baiurka SV, Bolotov VV, Karpushyna SA, Ivashura MN. Development of identification and quantitative determination methods of escitalopram suitable for the chemical and toxicological analysis. *Pharm. jour*. 2012;6: 79-5.
10. Moskalenko VYu, Merzlikin SI. The development of conditions of isolation and spectrophotometric determination of metformin in biological objects. *Farm chasop*. 2016;2:22-5. Ukrainian.
11. Levin MG, Britsun VM, Tarasenko NL, Savina NO, Ostanina NV. New approach to the oxybuprocaine identification in the drugs. *Farm chasop*. 2018;1:63-5. Ukrainian.
12. Sych IV, Perekhoda LA, Yeromina ZG. Synthesis, physical-chemical properties and prediction of new 2-R1-N-(5-R)-1,3,4-thiadiazol-2-yl-benzenesulphonamides derivatives biological activity. *Annals of Mechnikov institute*. 2015;4: 75-1.
13. Sulyma1 MI, Ogurtsov VV, Zhuk YuM, Vasyuk SO, Khomyak SV. Identification of the structure of the product of verapamil hydrochloride with bromocresol green interaction. *Farm chasop*. 2020;1: 51-8. Ukrainian.

Відомості про авторів

Михалків М. М. – канд. біол. наук, доцент кафедри фармацевтичної хімії, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна. E-mail: mikhalkiv@tdmu.edu.ua, ORCID 0000-0002-8574-6412.

Яцюк В. М. – канд. хім. наук, заступник завідувача відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів Тернопільського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, м. Тернопіль, Україна. E-mail: yatsuk-@ukr.net, ORCID 0000-0002-0103-1250.

Коробчук В. М. – завідувач відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів Тернопільського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, м. Тернопіль, Україна. E-mail: korob73@ukr.net, ORCID 0000-0002-7784-3335.

Дмитрів М. І. – магістр фармації, головний спеціаліст сектора державного контролю у сфері обігу лікарських засобів, медичної продукції та обігу наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, Державна служба з лікарських засобів та контролю за наркотиками у Тернопільській області, Тернопіль, Україна. E-mail: Dmytriv_MI@dls.gov.ua.

Івануса І. Б. – канд. біол. наук, доцент кафедри фармацевтичної хімії, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна. E-mail: ivanusa@tdmu.edu.ua, ORCID 0000-0002-9803-588X.

Information about the authors

Mikhalkiv M. M. – PhD (Biology), Associate Professor of the Pharmaceutical Chemistry Department, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine. E-mail: mikhalkiv@tdmu.edu.ua, ORCID 0000-0002-8574-6412.

Yatsuk V. M. – PhD (Chemistry), Deputy Head of the Materials, Substances and Products Research Department of the Ternopil Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Ternopil, Ukraine. E-mail: yatsuk-@ukr.net, ORCID 0000-0002-0103-1250.

Korobchuk V. M. – Head of the Materials, Substances and Products Research Department of the Ternopil Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Ternopil, Ukraine. E-mail: korob73@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7784-3335.

Dmytriv M. I. – Master of Pharmacy, chief specialist of the State Control Sector in the Sphere of Circulation of Medicines, Medical Products and Circulation of Narcotic Drugs, Psychotropic Substances and Precursors, State Service on Medicines and Drugs Control in Ternopil region, Ternopil, Ukraine. E-mail: Dmytriv_MI@dls.gov.ua.

Ivanusa I. B. – PhD (Biology), Associate Professor of the Pharmaceutical Chemistry Department, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine. E-mail: ivanusa@tdmu.edu.ua, ORCID 0000-0002-9803-588X.