

УДК 615.322:[581.144.4:633.878.32].074

## **Анна РУДНИК**

кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри фармакології, фармакогнозії та ботаніки, Запорізький державний медичний університет, просп. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, Україна, 69035 (anmiru@meta.ua)

**ORCID:** 0000-0003-2860-0967

## **Юлія ФЕДЧЕНКОВА**

доктор фармацевтичних наук, професор кафедри хімії та фармації, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, м. Ніжин, Чернігівська область, Україна, 16600 (fja@ndu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0003-1240-3053

**Scopus Author ID:** 56433499000

## **Олег МОСКАЛЕНКО**

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та фармації, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, м. Ніжин, Чернігівська область, Україна, 16600 (moskalenko.ov@ndu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0001-5851-8062

**DOI:** 10.33617/2522-9680-2022-1-72

**Бібліографічний опис статті:** Рудник А., Федченкова Ю., Москаленко О. (2022). Дослідження сполук, які переганяються з водяною парою, кори *Populus suaveolens* Fisch. *Фітотерапія. Часопис*, 1, 72–76, doi: 10.33617/2522-9680-2022-1-72

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЛУК, ЯКІ ПЕРЕГАНЯЮТЬСЯ З ВОДЯНОЮ ПАРОЮ, КОРИ *POPULUS SUAVEOLENS* FISCH**

Рослини роду тополя (*Populus* L.) є перспективним джерелом лікарської рослинної сировини (бруньки, листя, кора, пагони), що містить фенологікозиди (популін, саліцин, салікортин), флавоноїди (піностроїн, пінобаксин, галангін, хризин), дубильні речовини, органічні кислоти (ферулова, хлорогенова, кавова), терпеноїди. Численні фармакологічні дослідження доводять протизапальну, анагетичну, репаративну, діуретичну, адаптогенну та антимікробну активність.

Тополю духмяну (*Populus suaveolens* Fisch.) та її гібриди, культивують в Україні, з кінця 50-х років минулого століття, як декоративний, морозостійкий, стійкий до промислового забруднення вид. Крім того, міжсекційні гібриди на основі тополі духмяної використовують для плантаційного вирощування енергетичної деревини, оскільки це швидкокорослі рослини, що дають рясну кореневу парость.

Раніше авторами повідомлялось про дослідження сполук, що переганяються з водяною парою, бруньок та листя *Populus suaveolens* Fisch., в результаті якого встановлено, що домінуючими компонентами ефірної олії є:  $\beta$ -евдесмол,  $\beta$ -фенілетил-2-метилбутират,  $\alpha$ -куркумен, евгенол, саліциловий альдегід,  $\alpha$ -бісаболол.

Продовжуючи комплексне фармакогностичне дослідження сировини рослин роду Тополя, метою роботи було дослідження складу та вмісту сполук, летких з водяною парою, кори тополі духмяної (*Populus suaveolens* Fisch.), яку широко культивують в Україні.

Матеріали та методи. Сировину для досліджень заготовляли з дерев, що ростуть в ботанічному саду Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (50°01'46" N 36°14'02" E.) у березні 2019 р.

Результати та їх обговорення. Встановлено, що загальний вміст сполук, що переганяються з водяною парою склав 3205,7 мг/кг. Ідентифіковано 43 сполуки. Домінують за вмістом:  $\beta$ -евдесмол (1051,3 мг/кг),  $\gamma$ -евдесмол (405,6 мг/кг),  $\beta$ -фенілетил-2-метилбутират (217,2 мг/кг), хінесол (123,2 мг/кг),  $\alpha$ -терпінеол (103,0 мг/кг). Отримані дані свідчать про перспективність подальшого дослідження кори тополі духмяної, для оцінки можливості використання її як лікарської.

**Ключові слова:** *Populus suaveolens* Fisch., вербові, кора, сполуки, щякі переганяються з водяною парою, хромато-мас-спектрометрія.

## **Анна РУДНИК**

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Pharmacology, Pharmacognosy and Botany, Zaporizhzhia State Medical University, Maiakovskiy Avenue, 26, Zaporizhzhia, Ukraine, 69035 (anmiru@meta.ua)

**ORCID:** 0000-0003-2860-0967

**Yuliia FEDCHENKOVA**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor at the Department of Chemistry and Pharmacy, Nizhyn Mykola Gogol State University, Grafaska str., 2, Nizhyn, Chernihiv region, Ukraine, 16600 (fja@ndu.edu.ua)

ORCID: 0000-0003-1240-3053

Scopus Author ID: 56433499000

**Oleg MOSKALENKO**

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Chemistry and Pharmacy, Nizhyn Mykola Gogol State University, Grafaska str., 2, Nizhyn, Chernihiv region, Ukraine, 16600 (moskalenko.ov@ndu.edu.ua)

ORCID: 0000-0001-5851-8062

**To cite this article:** Rudnyk A., Fedchenkova Yu., Moskalenko O. (2022). Doslidzhennia spoluk, yaki perehaniaiutsia z vodianoiu paroiu, kory Populus suaveolens Fisch [The study of compounds distilled with water vapor of *Populus suaveolens* Fisch. bark]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 72–76, doi: 10.33617/2522-9680-2022-1-72

### THE STUDY OF COMPOUNDS DISTILLED WITH WATER VAPOR OF *POPULUS SUAVEOLENS* FISCH. BARK

Plants of the genus Poplar (*Populus L.*) are a promising source of medicinal plant raw materials (buds, leaves, bark, shoots), containing phenoglycosides (populin, salicin, salicortin), flavonoids (pinostrobin, pinobaxin, galangin, chrysin), tannins, organic acids (ferulic, chlorogenic, caffeic), terpenoids. Numerous pharmacological studies prove anti-inflammatory, analgesic, reparative, diuretic, adaptogenic and antimicrobial activity.

Fragrant poplar (*Populus suaveolens* Fisch.) and its hybrids cultivated in Ukraine, with the variety of the 50s of the last table, as an ornamental, frost-resistant, resistant to industrial pollution species. In addition, interethnic hybrids based on fragrant poplar are used for plantation cultivation of energy trees, sharpen this fast-growing vegetation, which gives abundant root growth.

Previously, the authors reported the content of the compound, which is distilled with water vapor, buds and leaves of *Populus suaveolens* Fisch., as a result of which it was found that the dominant components of the essential oil are:  $\beta$ -eudesmol,  $\beta$ -phenylethyl-2-methylbutyrate,  $\alpha$ -curcumen, eugenol, salicylic aldehyde,  $\alpha$ -bisabolol.

Previously, the authors reported on the study of compounds that are distilled with water vapor, buds and leaves of *Populus suaveolens* Fisch., salicylic aldehyde,  $\alpha$ -bisabolol.

Continuing the comprehensive pharmacognostic study of raw materials of plants of the genus Poplar, the aim of the study was to study the composition and content of compounds volatile with water vapor, *Populus suaveolens* Fisch. bark, which is widely cultivated in Ukraine.

Raw materials for research were harvested from trees growing in the botanical garden of Kharkiv National University. V.N. Karazin (50° 01'46" N 36° 14'02" E.) in March 2019.

It was found that the total content of compounds distilled with water vapor was 3205.7 mg/kg. 43 compounds were identified. Dominated by the content of:  $\beta$ -eudesmol (1051.3 mg/kg),  $\gamma$ -eudesmol (405.6 mg/kg),  $\beta$ -phenylethyl-2-methylbutyrate (217.2 mg/kg), quinesol (39.0 mg/kg),  $\alpha$ -terpineol (103.0 mg/kg). The obtained data indicate the prospects for further study of this type of raw material to assess the possibility of using it as a drug.

**Key words:** *Populus suaveolens* Fisch., bark, compounds distilled with water vapor, gas chromatography-mass spectrometry.

**Вступ.** На сьогоднішній день вивченню хімічного складу сировини, виділенню та модифікації біологічно активних сполук, дослідженню їх фармакологічної активності і створенню нових препаратів на основі різних видів роду *Populus L.* присвячено багато публікацій. Лікарське значення мають кора, бруньки та листя рослин роду Тополя, які залишаються невикористаними для медичної промисловості, хоч і містять значну кількість біологічно активних речовин, таких як: фенологікозиди (популін, саліцин, салікортин), флавоноїди (піностробін, пінобаксин, галангін, хризин), дубильні речовини, органічні кислоти (ферулова, хлорогенова, кавова), терпеноїди (Vorodina N., 2021;

Kurpianova O., 2020). Однак, склад та вміст сполук, які переганяються з водяною парою, представників цього роду, вивчені недостатньо або безсистемно.

Тополя духмяна (*Populus suaveolens* Fisch.) природно поширена у Монголії та на півночі Китаю, де росте по берегах річок, на гірських схилах. Це дерево до 25 м заввишки з густою яйцеподібною кроною. Кора стовбура зеленувато-сіра, гладка, згодом глибоко розтріскується. Молоді пагони – округлі, клейкі, жовтувато-сірі, смолисті, ароматні. Бруньки – буруваті, коротко загострені, дуже смолисті та духмяні. Листки – шкірясті, яйцеподібні, еліптичні, іноді продовгуваті до 11 см завдовжки та 9 см завширшки зі злегка зігнутою донизу

верхівкою та округлою, широко-клиноподібною або слабо-серцеподібною основою, блискуче та темно-зелене зверху і білувате зісподу, з опушеними черешками. Край листової пластинки дрібнозубчастий.

Даний вид з кінця 50-х років минулого століття широко культивують на території України, як декоративний, морозостійкий, стійкий до промислового забруднення. Крім того, сьогодні міжсекційні гібриди на основі тополі духмяної використовують для плантаційного вирощування енергетичної деревини, оскільки це швидкорослі рослини, які дають рясну кореневу парость (Khudoleeva L., 2019; Ischuk L., 2016).

Раніше авторами повідомлялось про дослідження сполук, які переганяються з водяною паром, бруньок та листя *Populus suaveolens* Fisch., в результаті якого встановлено, що домінуючими компонентами ефірної олії є:  $\beta$ -евдесмол,  $\beta$ -фенілетил-2-метилбутират, *ar*-куркумен, евгенол, саліциловий альдегід,  $\alpha$ -бісаболол (Rudnyk A., 2009; Rudnyk A., 2019).

Продовжуючи комплексне фітохімічне дослідження сировини рослин роду Тополя, метою дослідження було вивчення складу та вмісту сполук, які переганяються з водяною паром, кори тополі духмяної для оцінки можливості використання цієї сировини як лікарської.

**Матеріали та методи дослідження.** Сировину для досліджень заготовляли з дерев, які ростуть в ботанічному саду Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (50°01'46" N 36°14'02" E.) у березні 2019 р. Ідентифікацію рослин проводили за сприяння кандидата біологічних наук, доцента Гамулі Ю. Г., порівнюючи з гербарними зразками, які зберігаються на кафедрі ботаніки та екології Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Кору висушували за кімнатної температури протя-

гом семи діб. Після збирання сировину приводили у стандартний стан відповідно до загальних вимог належної практики культивування та збирання лікарських рослин (GACP, 2003).

Компонентний склад сполук, летких з водяною паром, досліджували на хроматографі Agilent Technologies 6890N (США) з мас-спектрометричним детектором 5973N за методикою наведеною у (Krechun, A., 2020, pp. 361-362). Сполуки ідентифікували порівнянням отриманих мас-спектрів з даними бібліотеки мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 з використанням програм для ідентифікації AMDIS і NIST. Розрахунок вмісту компонентів проводили методом внутрішнього стандарту.

Статистичне оброблення результатів здійснювали відповідно до вимог ДФУ 2.0 5.3.N.1 «Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту N» із використанням програми «SPSS Statistics 26.0». Використовували непараметричний критерій Манна-Вітні, при порівнянні статистичних показників був прийнятий рівень значущості  $p < 0,05$  (SPhU, 2015).

**Результати дослідження та їх обговорення.** При хроматографічному аналізі (рис.) у корі тополі духмяної встановили присутність 59 сполук, які переганяються з водяною паром, загальним вмістом 3205,7 мг/кг, 43 з яких вдалось ідентифікувати (2783,9 мг/кг). Вміст 16 не ідентифікованих сполук становив 421,8 мг/кг. Склад та вміст ідентифікованих сполук наведений у таблиці.

Як видно з даних, наведених у таблиці, сполуки, які переганяються з водяною паром, кори тополі духмяної представлені переважно біциклічними терпеноїдами, ароматичними сполуками, похідними насичених і ненасичених вуглеводів. Співвідношення цих груп речовин становило: 73,69 : 15,76 : 10,55.

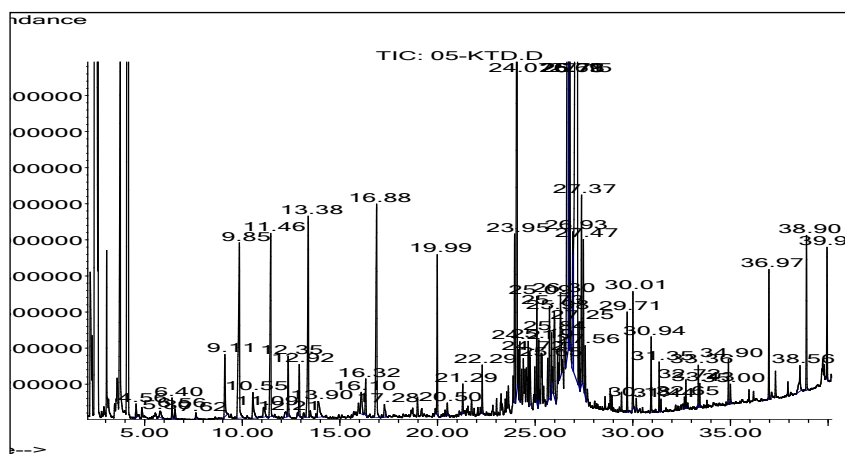


Рис. Схема хроматограми сполук, які переганяються з водяною паром, кори *Populus suaveolens* Fisch

Таблиця

Сполуки, які переганяються з водяною парою, кори *Populus suaveolens* Fisch. (n = 3, p ≤ 0,05)

| № з/п                                | Час утримання, хв | Сполука                    | Вміст, мг/кг   |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------|
| <i>Ациклічні монотерпеноїди</i>      |                   |                            |                |
| 1                                    | 13,37             | ліналоол                   | 85,8 ± 0,21    |
| 2                                    | 12,35             | транс-ліналоолоксид        | 21,8 ± 0,06    |
| 3                                    | 12,91             | цис-ліналоолоксид          | 17,3 ± 0,03    |
| <i>Моноциклічні монотерпеноїди</i>   |                   |                            |                |
| 4                                    | 16,32             | терпінен-4-ол              | 13,0 ± 0,03    |
| 5                                    | 16,87             | α-терпінеол                | 103,0 ± 0,84   |
| 6                                    | 16,09             | борнеол                    | 14,2 ± 0,04    |
| <i>Моноциклічні сесквітерпеноїди</i> |                   |                            |                |
| 7                                    | 27,37             | α-бісаболол                | 50,8 ± 0,08    |
| 8                                    | 23,95             | αγ-куркумен                | 52,6 ± 0,07    |
| 9                                    | 25,18             | елемол                     | 15,9 ± 0,03    |
| <i>Біциклічні сесквітерпеноїди</i>   |                   |                            |                |
| 10                                   | 25,84             | каріофілленоксид           | 13,3 ± 0,03    |
| 11                                   | 25,08             | α-калакорен                | 28,2 ± 0,03    |
| 12                                   | 27,14             | β-евдесмол                 | 1051,3 ± 10,25 |
| 13                                   | 26,68             | γ-евдесмол                 | 405,6 ± 3,11   |
| 14                                   | 26,71             | хінесол                    | 123,2 ± 1,07   |
| 15                                   | 24,72             | α-каламенен                | 24,6 ± 0,07    |
| <i>Трициклічні сесквітерпеноїди</i>  |                   |                            |                |
| 16                                   | 25,73             | спатуленол                 | 30,9 ± 0,07    |
| <i>Ароматичні сполуки</i>            |                   |                            |                |
| 17                                   | 21,29             | евгенол                    | 8,5 ± 0,02     |
| 18                                   | 12,21             | ацетофенон                 | 4,6 ± 0,02     |
| 19                                   | 9,11              | фенол                      | 25,1 ± 0,07    |
| 20                                   | 11,45             | саліциловий альдегід       | 81,7 ± 0,07    |
| 21                                   | 30,00             | бензилсаліцилат            | 29,3 ± 0,05    |
| 22                                   | 11,09             | бензиловий спирт           | 8,4 ± 0,03     |
| 23                                   | 17,28             | етоксибензиловий спирт     | 7,2 ± 0,03     |
| 24                                   | 31,44             | бензил-2-метоксибензоат    | 3,0 ± 0,02     |
| 25                                   | 13,89             | β-фенілетиловий спирт      | 16,0 ± 0,05    |
| 26                                   | 24,07             | β-фенілетил-2-метилбутират | 217,2 ± 0,86   |
| 27                                   | 25,98             | сальвіналь-4(14)-ен-1-он   | 37,8 ± 0,04    |
| <i>Інші сполуки</i>                  |                   |                            |                |
| 28                                   | 4,56              | 2-метилпіридин             | 5,2 ± 0,02     |
| 29                                   | 5,79              | гексанол                   | 5,5 ± 0,02     |
| 30                                   | 6,40              | циклогептен                | 6,7 ± 0,03     |
| 31                                   | 6,55              | циклогексанон              | 4,0 ± 0,02     |
| 32                                   | 9,85              | 1,2-циклогександіон        | 119,2 ± 0,68   |
| 33                                   | 7,62              | 2-циклогексен-1-он         | 2,4 ± 0,02     |
| 34                                   | 32,71             | нонадеканон-2              | 6,3 ± 0,02     |
| 35                                   | 20,50             | 2,4-декадісналь            | 4,0 ± 0,02     |
| 36                                   | 31,34             | етилпальмітат              | 11,7 ± 0,03    |
| 37                                   | 33,35             | етиллінолеат               | 10,0 ± 0,03    |
| 38                                   | 33,43             | етилліноленат              | 5,6 ± 0,02     |
| 39                                   | 22,29             | тетрадекан                 | 12,8 ± 0,05    |
| 40                                   | 24,21             | пентадекан                 | 16,2 ± 0,05    |
| 41                                   | 34,89             | трикозан                   | 10,5 ± 0,05    |
| 42                                   | 36,97             | пентакозан                 | 31,9 ± 0,06    |
| 43                                   | 38,89             | гептакозан                 | 41,6 ± 0,06    |

Серед ідентифікованих сполук, за вмістом значно домінують терпеноїди, левову частку з яких становить β-евдесмол – 37,76% від загальної кількості ідентифікованих сполук. Терпеноїди, в основному, представлені кисневмісними сполуками (13 з 16): 10 спиртів та 3 оксиди. За кількістю сполук та сумарним вмістом переважають біциклічні сесквітерпено-

їди, що є характерною особливістю для ефірної олії вегетативних і генеративних органів бальзамічних тополь. Серед них у найбільшій кількості містяться: β-евдесмол, γ-евдесмол, хінесол, α-терпінеол, ліналоол.

Частка 11 ароматичних сполук кори тополі духмяної складає 358,8 мг/кг. Серед них у найбільшій кількості містяться естер β-феніле-

тилового спирту –  $\beta$ -фенілети́л-2-метилбутират (217,2 мг/кг) та характерний для всіх рослин роду Тополя саліциловий альдегід (81,7 мг/кг) – аглікон фенологікозидів рослин роду Тополя.

Як видно з даних, наведених у таблиці, у досліджуваній сировині ідентифіковано 16 сполук, які належать до насичених та ненасичених вуглеводнів та їх кисневмісних похідних. У найбільшій кількості серед них міститься 1,2-циклогександіон (119,2 мг/кг).

Порівнюючи результати визначення складу і вмісту компонентів, які переганяються з водяною парою, листя і бруньок тополі духмяної, з результатами даного дослідження, робимо висновок, що стандартизацію сировини тополі духмяної можна проводити за вмістом суми ізомерів евдесмолу.

Таким чином, отримані данні значно розширюють відомості про компонентний склад сполук, які переганяються з водяною парою, кори тополі духмя-

ної і дають підставу прогнозувати антибактеріальну та протизапальну активність екстрактів на її основі.

## Висновки

1. Вперше методом хромато-мас-спектрометрії визначений вміст та склад сполук, що переганяються з водяною парою кори *Populus suaveolens* Fisch., яку культивують в Україні.

2. Встановлено, що загальний вміст сполук, що переганяються з водяною парою склав 3205,7 мг/кг. Ідентифіковано 43 сполуки. Домінують за вмістом:  $\beta$ -евдесмол (1051,3 мг/кг),  $\gamma$ -евдесмол (405,6 мг/кг),  $\beta$ -фенілетил-2-метилбутират (217,2 мг/кг), хінесол (123,2 мг/кг),  $\alpha$ -терпінеол (103,0 мг/кг).

3. Отримані дані свідчать про перспективність подальших фітохімічних досліджень кори тополі духмяної, як перспективного джерела для створення нових лікарських засобів з протизапальною, антибактеріальною, аналгетичною активністю.

## ЛІТЕРАТУРА

- Borodina N. V. Farmakognostychnе doslidzhennja roslyn rodyny Verbovi ta stvorennya na i'h osnovi likars'kyh zasobiv: dys. ... dokt. farmac. nauk: 15.00.02 / Borodina Natalija Valerii'vna. Harkiv, 2021. 575 s. [in Ukrainian].
- Derzhavna farmakopeja Ukraї'ny / DP «Ukraї'ns'kyj naukovyj farmakopejnyj centr jakosti likars'kyh zasobiv». 2-ge vyd. Harkiv: DP «Ukraї'ns'kyj naukovyj farmakopejnyj centr jakosti likars'kyh zasobiv». 2015. T. 1. 1110 s. [in Ukrainian].
- Doslidzhennja letjuchyh komponentiv brun'ok *Populus suaveolens* Fisch. // Rudnyk A.M., Koval'ov V.M., Borodina N.V. // Zbirnyk naukovyh prac' spivrobotnykiv NMAPO im. P.L. Shupyka. Vyp. 18, K. 3. Kyi'v . 2009. S. 490-493. [in Ukrainian].
- Ishhuk L. P. Osoblyvosti vykorystannja vydiv i gibrydiv rodu *Populus* L. u landshaftah urbanizovanogo seredovyshha / L. P. Ishhuk // Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraї'ny. 2016, Vyp. 255. S. 107-120. [in Ukrainian].
- Kuprijanova O.O. Porivnjal'ne farmakognostychnе doslidzhennja predstavnykiv rodu Topolja (*Populus* L.): dys. .... kand. farmac. nauk: 14.04.02/ Kuprijanova Olena Oleksandrivna. Samara, 2020. 290 s. [in Ukrainian].
- Hudoljejeva L. V. Biotehnologichni aspekty vyroshhuvannja korotkorotacijnyh plantacij *Populus* ta *Salix* v Ukraї'ni : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja. kand. biol. nauk : spec. 03.00.20 "Biotehnologija" / L. V. Hudoljejeva. K., 2019. 22 s. [in Ukrainian].
- Krechun, A.V., Mykhailenko, O.A. & Kovalev, V.N. Analysis of essential oils from several hybrid *Iris* varieties. *Chem Nat Compd*. 2020. N. 56. P. 361-363. DOI: 10.1007/s10600-020-03033-y
- Rudnik A.M. The study of compounds distilled with water vapor of *Populus suaveolens* leaves / A. M. Rudnik // *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2019. № 43. Vol. 1. PP. 42-45.
- WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants // World Health Organization Geneva. 2003. 72 p.

Стаття надійшла до редакції 16.12.2021.

Стаття прийнята до друку 19.01.2022.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Участь авторів у написанні статті:

Рудник А.М. – концепція дослідження; збір матеріалу; написання тексту);

Федченкова Ю.А. – дизайн дослідження, редагування тексту;

Москаленко О.В. – дизайн дослідження, статистична обробка даних, редагування.

Електронна адреса для листування з авторами:

[anmiri@meta.ua](mailto:anmiri@meta.ua) (Рудник Анна)