

is 1 i3 398



COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



ISSUE  
№9

2ND INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE

**RESEARCH  
IN SCIENCE,  
TECHNOLOGY  
AND ECONOMICS**

MARCH 5-7, 2025  
LUXEMBOURG, LUXEMBOURG





INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

2nd International Scientific and Practical Conference  
**«Research in Science, Technology  
and Economics»**

Collection of Scientific Papers

March 5-7, 2025  
Luxembourg, Luxembourg

UDC 01.1

Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. 397 p.

ISBN 979-8-89704-985-1 (series)  
DOI 10.70286/ISU-05.03.2025

The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.

The collection of scientific papers "International Scientific Unity" presents the materials of the participants of the 2nd International Scientific and Practical Conference "Research in Science, Technology and Economics" (March 5-7, 2025).

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

ISBN 979-8-89704-985-1 (series)



INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

© Participants of the conference, 2025

© Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity", 2025

Official site: <https://isu-conference.com/>

**SECTION: AUTOMATION AND ROBOTICS**

**Yatsunskiy P., Horbach N.**  
ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT AND MODERNISATION  
OF PNEUMATIC PRESSURE GENERATORS FOR PROCESS  
EQUIPMENT..... 45

**SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY**

**Коломойцев М.**  
ПОКАЗНИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ У ХОЛЕРИКІВ.... 47

**Онищук І.В., Протасова А.О.**  
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НАЙПОШИРЕНІШИХ ПАТАЛОГІЙ  
ХРЕБТА СЕРЕД МОЛОДІ..... 49

**SECTION: CHEMISTRY AND PHARMACEUTICALS**

**Литвиненко В.Ю., Сиротчук О.А., Глушаченко О.О.**  
РОЗРОБКА ЕКОБЕЗПЕЧНИХ УМОВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯРНИХ  
НІТРОЗАМІНІВ МЕТОДОМ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ З  
МАСДЕТЕКТУВАННЯМ..... 55

**Сабуні С., Александрова О.**  
ВПЛИВ УМОВ ЕКСТРАКЦІЇ ТА СТАНУ СИРОВИНИ НА ВМІСТ  
ФОРМ ХЛОРОФІЛУ В ЕКСТРАКТАХ З ЛИСТЯ ERUCA SATIVA.... 59

**Кормош Ж., Шевчук М., Кормош Н., Боркова С.**  
ФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ  
5-ХЛОР-2-ГІДРОКСИБЕНЗОЙНОЇ КИСЛОТИ..... 61

**Горопашна Д.О., Деримедвідь Л.В.**  
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАТИВНОГО ТА  
МОДИФІКОВАНОГО L- АРГІНІНОМ ЕКСТРАКТУ ПАГОНІВ  
МАЛИНИ ЗА УМОВ ЗИМОЗАНОВОГО НАБРЯКУ У ЩУРІВ..... 65

**SECTION: COMPUTER ENGINEERING**

**Одинцов Д.В., Юрченко Ю.Ю.**  
КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА  
ПЕРСПЕКТИВИ..... 67

**Суботін О.В., Пертухін Я.І.**  
ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ  
ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ..... 68

## SECTION: CHEMISTRY AND PHARMACEUTICALS

### **РОЗРОБКА ЕКОБЕЗПЕЧНИХ УМОВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯРНИХ НІТРОЗАМІНІВ МЕТОДОМ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ З МАСДЕТЕКТУВАННЯМ**

**Литвиненко Вікторія Юріївна**

здобувачка вищої освіти

Фармацевтичний факультет

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна

**Сиротчук Олександр Андрійович**

кандидат хімічних наук

завідувач відділом ФХМА

ДП «Центральна лабораторія з аналізу лікарських засобів

і медичної продукції», Україна

**Глушаченко Ольга Олександрівна**

кандидат хімічних наук, доцент

Кафедра хімії ліків та лікарської токсикології

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна

Нітрозаміни – це забруднювачі категорії 1 з високим ступенем канцерогенності, контрольовані в харчових продуктах, косметиці та фармацевтиці. Їх наявність у становить серйозну проблему, що потребує термінового вирішення. Існуючі методи аналізу часто використовують токсичні розчинники, що створює екологічне навантаження.

Тому метою нашої роботи розробити та валідувати екобезпечну методику визначення нітрозамінів, що є вкрай актуальною для забезпечення точності аналізу та мінімального впливу на довкілля, що сприятиме покращенню контролю якості косметичної продукції та зменшенню ризиків для здоров'я споживачів.

N-нітрозаміни – це органічні сполуки, забруднювачі категорії 1 з високим ступенем канцерогенності, які являють собою будь-яку молекулу, що містить нітрузофункціональну групу (N – N = O). В органічній хімії «нітрузо» відноситься до функціональної групи, в якій група оксиду азоту (N – N = O) приєднана до органічної частини[1]. N-нітрозаміни легко утворюються, часто в результаті реакції вторинних і третинних амінів, амідів, карбаматів і похідних сечовини з нітритами або азотовмісними групами рис.1 [2].

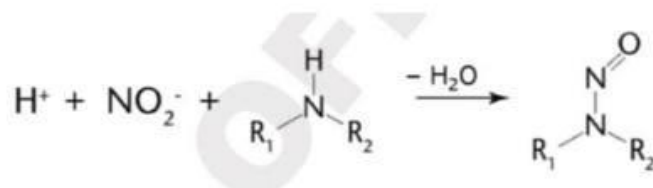


Рисунок 1. Загальне схематичне зображення хімічної реакції, відповідальної за утворення нітрозамінів із вторинних амінів.

Їх наявність у харчових продуктах, косметиці та фармацевтиці становить серйозну проблему і потребує контролю вмісту в продуктах вищезгаданих галузей. Методами контролю вмісту нітрозамінів зазвичай є рідинна хроматографія з мас-детектуванням (ВЕРХ-МС) і газова хроматографія з мас-детектуванням (ГХ-МС). Зазвичай в таких методиках як компонент рухомої фази використовуються токсичні розчинники такі як метанол і ацетонітрил. Метою нашої роботи було оптимізувати умови визначення нітрозамінів з врахуванням сучасних тенденцій забезпечення екобезпечності таких методик.

**Матеріали та методи:** Рідинний хроматограф Agilent 1100 використано в дослідженні факторів утримування нітрозамінів. Рідинний хроматограф Shimadzu Nexera LC-30 трьохквадрупольним масдетектором Shimadzu LCMS 8040 було використано для оцінки можливості використання етанолу замість метанолу. Колонки на яких перевірялося утримання нітрозамінів: Discovery HS C18 250×4,6 (5 мкм), Discovery HS F5 250×4,6 (5 мкм), Ascentis Phenyl 250×4,6 (5 мкм). Рухома фаза: вода для хроматографії, етанол 96 об. %, люкс, ДП «Укрспирт» у різних співвідношеннях. У роботі використовували стандартний зразок NDEA - N-Nitrosodiethylamine solution, Aldrich 40334, 5000µg/ml in methanol і NDMA - N-Nitrosodimethylamine solution, Supelco CRM40059, 5000µg/ml in methanol.

**Результати та їх обговорення.** Для розробки екобезпечної методики визначення нітрозамінів необхідно дослідити наступні можливості: 1) чи можна в рухомій фазі замінити токсичний метанол на екобезпечний етанол; 2) встановити особливості утримування нітрозамінів на етаноловмісних рухомих фазах на хроматографічних колонках різної селективності.

Першим етапом нашої роботи було визначити чи можливе використання етанолу в якості компонента рухомої фази замість метанолу.



Рисунок 2. Співвідношення сигнал/шум для NDMA і NDEA в однакових умовах при застосуванні етанолу або метанолу як компонента рухомої фази

З рис. 2 видно, що при заміні метанолу на етанол в рухомій фазі співвідношення сигнал/шум для обох нітрозамінів не тільки не зменшується, але зростає приблизно вдвічі, що може означати покращення характеристик методики, а саме зменшення межі детектування і кількісного визначення.

На другому етапі було для вибору рухомої фази і хроматографічної колонки було визначено фактор утримання. Дана величина показує, як довго компоненти затримуються в колонці в порівнянні з неутримуваним компонентом.

Було використано три різних хроматографічних колонки, а саме Discovery HS F5 250\*4.6 5mkm (SiO<sub>2</sub>-PPF), Ascentis Phenyl 250\*4.6 5mkm, Discovery HS

C18 250\*4.6 5 $\mu$ m. Дані колонки, мають різні прищеплені до силікагелю функціональні групи, що визначає їх здатність до утримування речовини.

Першою була перевірена колонка Ascentis Phenyl 250\*4.6 5 $\mu$ m, результати дослідження наведені на діаграмі рис.3.



Рисунок 3. Фактор утримання NDEA та NDMA на колонці Ascentis Phenyl 250\*4.6 5 $\mu$ m у різних співвідношеннях етанол-вода.

На колонці Ascentis Phenyl, яка має фенільну нерухому фазу, спостерігається збільшення факторів утримання NDMA та NDEA зі зниженням концентрації розчинника. Фактор утримання NDEA зростає більшою мірою, ніж для NDMA, що свідчить про вищу спорідненість NDEA до стаціонарної фази. Це зростання пов'язане з підсиленням взаємодій сполук із фенільними групами стаціонарної фази через  $\pi$ - $\pi$ -взаємодії, диполь-диполь гідрофобні взаємодії.

Для колонки Discovery HS F5 250\*4.6 5 $\mu$ m (SiO<sub>2</sub>-PFP) отримано фактори утримування, що зображені на рис.4.

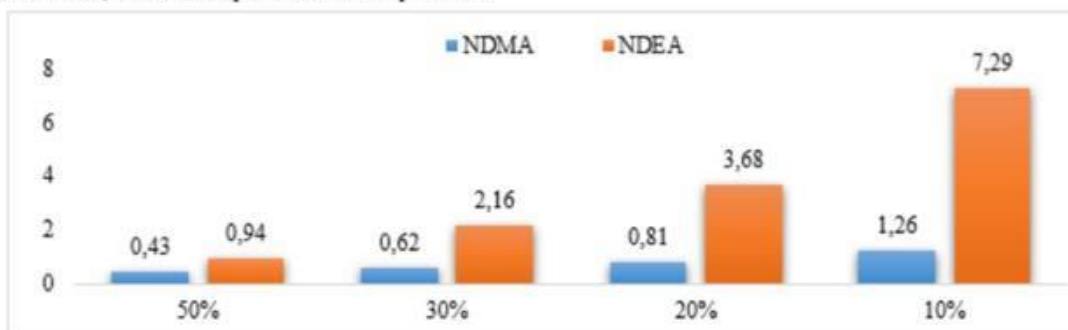


Рисунок 4. Фактор утримання NDEA та NDMA на колонці Ascentis Phenyl 250\*4.6 5 $\mu$ m у різних співвідношеннях етанол-вода.

На колонці Discovery HS F5, яка має пентафлуорфенільні функціональні групи фактори утримування мають близькі значення до факторів утримування на колонці Ascentis Phenyl.

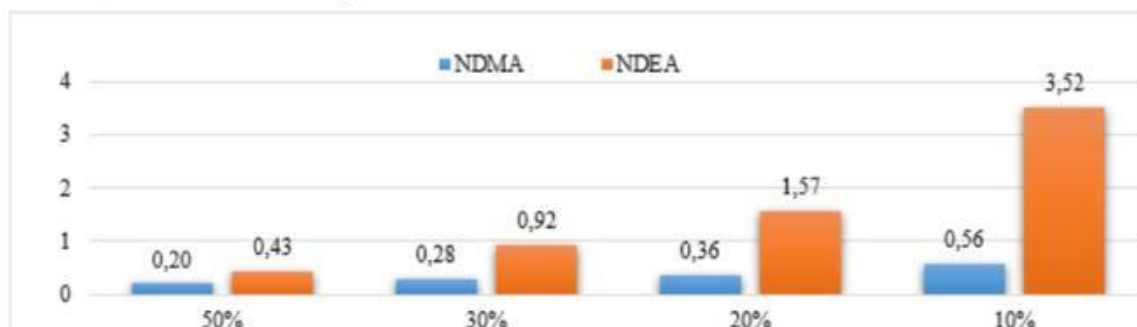


Рисунок 5. Фактор утримання NDEA та NDMA на колонці Discovery HS C18 250\*4.6 5 $\mu$ m у різних співвідношеннях етанол-вода.

На колонці Discovery C18, яка має нерухому фазу на основі октадецилсилільної групи (C18), спостерігається поступове збільшення факторів утримання NDMA та NDEA зі зменшенням концентрації органічного розчинника в рухомій фазі, рис.4. Фактор утримання NDEA зростає значно швидше, ніж NDMA, що вказує на сильнішу спорідненість NDEA до гідрофобної фази, ймовірно, через більшу гідрофобність цієї молекули. NDMA має менший фактор утримання, що обумовлено його менш вираженими гідрофобними властивостями. Отже, колонка Discovery C18 відрізняється від фенільної і пентафторфенільної тим, що їй характерне менше утримування аналітів. А це в свою чергу дає змогу досягати однакових величин утримування за різного вмісту органічного компоненту в рухомій фазі. Так, наприклад, на Discovery C18 при 20 % вмісту етанолу фактори утримування для NDEA і NDMA складають 0,36 і 1,57 відповідно, тоді як на Discovery HS F5 або Ascentis Phenyl щоб досягнути таких факторів утримування необхідно збільшувати вміст етанолу в рухомій фазі до 35-40%. Це може бути використаним при розробці умов масдетектування, оскільки іонізація і інтенсивність сигналу в мас-детекторі залежить від вмісту органічного компоненту в рухомій фазі. Тому для подальшої розробки умов хроматографування і масдетектування необхідно встановити за якого вмісту етанолу в рухомій фазі співвідношення сигнал/шум буде вищим. Ці дослідження будуть опубліковані в наступних наших роботах.

**Висновки.** Показано принципову можливість використання в рухомій фазі етанолу замість метанолу при масдетектуванні NDEA та NDMA, виявлено, що сигнал/шум для згаданих сполук зростає вдвічі при використанні етанолу порівняно з метанолом. Порівняльний аналіз трьох хроматографічних колонок виявив значні відмінності у факторах утримання NDEA та NDMA залежно від типу нерухомої фази. На колонках Ascentis Phenyl і Discovery HS F5 фактори утримання вищі порівняно з Discovery HS C18, що може бути використано при оптимізації умов хроматографування і детектування нітрозамінів. Отримані результати підтверджують ефективність стратегії щодо забезпечення екобезпеки визначення полярних нітрозамінів.

#### Список використаних джерел

1. T. Sanner, E. Dybing, M.I. Willems, E.D. Kroese, Pharmacol. Toxicol. 88 (2001) 131–139.
2. U.S. Food and Drug Administration (US FDA) (Last Updated 03/13/2009), Inspection Guides: Cosmetic Product Manufactures. Available at <http://wcms.fda.gov/FDAgov/ICECI/Inspections/InspectionGuides/default.htm>.