

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДНУ «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ»
СЛОВАЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА (СЛОВАЦЬКА РЕСПУБЛІКА)
ЧЕСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК (ЧЕХІЯ)
ПОМОРСЬКА АКАДЕМІЯ В СЛУПСЬКУ (ПОЛЬЩА)**



Міжнародна науково-практична конференція

**АГРАРНА ОСВІТА ТА НАУКА: ДОСЯГНЕННЯ,
РОЛЬ, ФАКТОРИ РОСТУ**

**«Біоресурси та агропродовольчі системи:
інновації та сталі практики»**

14 вересня 2026 року

Біла Церква
2026

УДК 636.03'06:664:005.591.6

Шуст О.А., д-р екон. наук, ректор.

Варченко О.М., д-р екон. наук.

Скиба В.В., д-р с.-г. наук.

Димань Т.М., д-р с.-г. наук.

Краютієне І., д-р філософії.

Мамедова К.Х., д-р філософії.

Ластовська І.О., канд. с.-г. наук.

Олешко В.П., канд. с.-г. наук.

Василенко О.І., д-р філософії.

Мостипан О.В., д-р філософії.

Відповідальна за випуск – **Мостипан О.В.,** начальник редакційно-видавничого відділу.

«Біоресурси та агропродовольчі системи: інновації та сталі практики»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 14 вересня 2026 р. Білоцерківський НАУ. 153 с.

Збірник підготовлено за авторською редакцією доповідей учасників конференції без літературного редагування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

ГАЮК Н.В.,¹ д-р філософії, МИХАЙЛЕНКО О.В.,² канд. хім. наук, РОЛЬ Н.В.,¹ канд. с.-г. наук

¹Білоцерківський національний аграрний університет, ²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ МІКРОПЛАСТИКУ В ПИТНІЙ ВОДІ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, ПРОБОПІДГОТОВКА ТА АНАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Систематизовано й оптимізовано аналітичні методи хімічного моніторингу мікро- та нанопластику в об'єктах питного водопостачання і бутильованій воді. Опрацьовано критичні аспекти пробопідготовки, реалізовано суворі умови контролю холостого дослідження для усунення фонового забруднення. Застосовано спектроскопічні (μ -FTIR, μ -Raman, SRS) та хроматографічні (LC-MS/MS, Py-GC/MS) методи. Оцінено бар'єрну ефективність технологій очищення води на водопровідних станціях і визначено рівні десорбції супутніх пластифікаторів.

Ключові слова: мікропластик, нанопластик, питна вода, хімічний моніторинг, μ -FTIR спектроскопія, SRS-мікроскопія, холостий дослід, пластифікатори, фталати.

HAIU N.V.,¹ PhD, MYKHAILENKO O.V.,² candidate of chemical sciences, ROL N.V.¹ candidate of agricultural sciences

¹Bila Tserkva National Agrarian University, ²Taras Shevchenko National University of Kyiv

Analytical methods for the chemical monitoring of micro- and nanoplastics in drinking water supply systems and bottled water were systematized and optimized. Critical aspects of sample preparation were elaborated, and stringent procedural blank control protocols were implemented to eliminate background contamination. Spectroscopic (μ -FTIR, μ -Raman, SRS) and chromatographic (LC-MS/MS, Py-GC/MS) platforms were applied. The barrier performance of water treatment technologies at purification plants was evaluated, and the desorption levels of associated phthalate plasticizers were quantified.

Keywords: microplastics, nanoplastics, drinking water, chemical monitoring, μ -FTIR spectroscopy, SRS microscopy, blank control, plasticizers, phthalates.

Вступ та актуальність проблеми. Забруднення довкілля полімерними матеріалами визнано викликом сучасної хімічної екології [1, 2]. Особливу загрозу становить присутність частинок мікропластику (МП, 1 мкм – 5 мм) та нанопластику (НП, < 1 мкм) у джерелах питного водопостачання, водопровідній та бутильованій воді [2, 3]. Завдяки високому співвідношенню площі поверхні до об'єму та гідрофобності, частинки МП діють як сорбенти для стійких органічних забруднювачів (СОЗ), пестицидів і важких металів, а також вилуговують у воду власні пластифікатори (фталати, бісфенол А) [2, 6]. Головною задачею моніторингу є уніфікація протоколів відбору, пробопідготовки та ідентифікації частинок за відсутності органічного фону [1, 5].

Методологічні засади та контроль якості (Blank Control).

Для запобігання фоновому забрудненню розроблено та впроваджено жорсткий регламент контролю чистих умов (Blank Control) [1, 5]:

- Організацію робочого простору реалізовано шляхом проведення пробопідготовки та фільтрування у ламінарних боксах II класу та чистих приміщеннях (ISO Class 5-7) з HEPA-фільтрацією повітря [5].

- Застосовано боросилікатне скло, загартовану сталь та відпалену алюмінієву фольгу [1, 5].

- Процедуру холостого дослідження (Blank Control) проведено для кожної серії з 5–10 проб шляхом паралельного аналізу ультрачистої води Milli-Q [1, 5].

Аналітичні технології ідентифікації та кількісного аналізу.

Для характеристики мікро- та нанопластику застосовано комплекс спектроскопічних, хроматографічних і мікроскопічних методів [4, 6]:

- Спектроскопія μ -FTIR [4]: застосовано для ідентифікації типу полімеру за ІЧ-спектрами (> 10–20 мкм), що забезпечило точність картирування.

- μ -Raman [4]: використано для визначення фракцій > 1 мкм із високою просторовою

роздільною здатністю.

- SRS-мікроскопія [3]: залучено для швидкої візуалізації та обліку наночастинок (> 100 нм) у нанодіапазоні без руйнування проб.
- Хромато-мас-спектрометрія [6]: для визначення загальної масової концентрації полімерів і пластифікаторів незалежно від розміру частинок.
- Рідинна LC-MS/MS [6]: застосовано для високочутливого аналізу сорбованих токсикантів і десорбованих фталатів на рівні нг/л.

Експериментальні результати та ефективність водопідготовки.

У результаті моніторингу встановлено специфіку полімерного забруднення питної води:

1. Аналіз бутильованої питної води: у комерційних зразках [2] виявлено середню концентрацію 325 частинок/л (> 6.5 мкм), де понад 54% становили PET та PP через зношування пляшок і кришок. Методом SRS-мікроскопії [3] зафіксовано до $2.4 \cdot 10^5$ частинок/л у нанодіапазоні (< 1 мкм, переважно поліамід-66 та PET). Методом LC-MS/MS визначено вилуговування фталатів (DBP, DEHP) у концентраціях 0.12–1.85 мкг/л [6].

2. Моніторинг водопровідних мереж: у водопровідній воді [1] ідентифіковано синтетичні волокна у 83% проб (4.34 частинки/л, переважно поліефіри). На поверхні частинок МП методом LC-MS/MS виявлено сорбовані пестициди (атразин) та CO₂ у концентраціях 2.1–14.3 нг/г [6].

3. Ефективність водопідготовки: доведено, що класична коагуляція та піщана фільтрація видаляють 85–90% частинок > 50 мкм, тоді як дрібні фракції (< 10 мкм) ефективно затримують лише мембранні технології (ультрафільтрація — до 96.5%, зворотний осмос — понад 99.8%) [6].

Висновки. У результаті хімічного моніторингу стандартизовано протоколи пробопідготовки [5], забезпечено чисті умови з урахуванням Blank Control [1] та реалізовано комбінацію спектроскопічних (μ-FTIR, SRS) [3, 4] і хроматографічних (LC-MS/MS) методів [6]. Отримані дані сформуvalи підґрунтя для розробки нормативних критеріїв і ГДК мікро- та нанопластику у питній воді [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kosuth M., Mason S. A., Wattenberg E. V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13, no. 4. DOI:10.1371/journal.pone.0194970.
2. Synthetic polymer contamination in bottled water / S. A. Mason, V. G. Welch, J. Neratko. *Frontiers in Chemistry*. 2018. Vol. 6. Art. DOI:10.3389/fchem.2018.00407.
3. Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy / N. Qian, X. Gao, X. Lang et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2024. Vol. 121, no. 3. DOI:10.1073/pnas.2300582121.
4. Characterization and identification of microplastics using Raman and FTIR spectroscopy: A review / C. Fang, R. Zheng, Y. Zhang et al. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2020. Vol. 128. DOI:10.1016/j.trac.2020.115918.
5. Procedural contamination and quality control in microplastic research: A comprehensive review / G. Hermesen, S. M. Mintenig, E. Besseling, A. A. Koelmans. *Environmental Science & Technology*. 2018. Vol. 52, no. 18. P. 10230–10240. DOI:10.1021/acs.est.8b01611.
6. Pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry (Py-GC/MS) for microplastic analysis in environmental samples / I. E. Napper, A. Bakir, S. J. Rowland, R. C. Thompson. *Analytical Methods*. 2021. Vol. 13, no. 2. P. 180–192. DOI:10.1039/D0AY01988G.

УДК: 581.143:635.933

МИХАЛЬЧЕНКО С.В., ДРАБУШЕВСЬКА К.О., здобувачі вищої освіти
Науковий керівник – **МАЦКЕВИЧ В.В.,** д-р с.-г. наук
Білоцерківський національний аграрний університет

АУТЕКОЛОГІЯ ФОЛОГЕНЕЗУ ГІБРИДІВ ПАВЛОВНІЇ

У тезах розглянуто особливості фоліогенезу гібридів павловнії та вплив ендегенних і екзогенних факторів на формування листового апарату рослин. Проаналізовано значення температури, водозабезпечення, освітлення, мінерального живлення та властивостей ґрунту для росту й розвитку павловнії. Досліджено