



УДК : 574:579.26

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ УЖ (УКРАЇНА)

М. В. БІЛКЕЙ, аспірант*

E-mail: mariannabilkei@ukr.net

М. В. КРИВЦОВА, кандидат біологічних наук, доцент

E-mail: maryna.krivcova@gmail.com

Ужгородський національний університет

<https://doi.org/10.31548/bio2018.05.004>

Річка Уж є основним джерелом водопостачання обласного центра – міста Ужгород та навколишніх сіл. За останні десятиліття відмічається погіршення екологічного стану водойми що зумовлює актуальність проведення низки досліджень для оцінки якості поверхневих вод та пошуку рішень для відновлення та збереження природного стану екосистеми. Метою даної статті є комплексна оцінка якості води транскордонної річки Уж з лютого 2016 року до березня 2017 року. Річка Уж є основним джерелом водопостачання обласного центра – міста Ужгород та навколишніх сіл. Проведено просторово-часову характеристику хімічних й мікробіологічних показників якості води річки Уж. Встановлено позитивні корелятивні зв'язки між останніми протягом року. Дослідженні рівні антропогенного навантаження на різних територіях басейну річки дозволили умовно розділити її на техногенно-трансформовану територію де відмічається найвищий рівень забруднення за показниками азоту амонійного що характеризується перевищенням нормативних значень для води рибогосподарських водойм у 18 разів (9,19 мг/л), нітритів у 8 разів (0,63 мг/л), формальдегіду в 6 разів (0,06 мг/л) та фенолів в 5 разів (0,005 мг/л) помітно погіршується якість води й за мікробіологічними показниками. Територія басейну річки Уж в межах обласного центру – урбанізована характеризується помірним забрудненням яке повністю характеризує її розміщення, зокрема підвищенням колі індексу за межами міста який в літню пору сягав максимального значення 142 коо/д. Основний вплив на екологічних стан водойми в пониззі річки чинять фізико географічні умови даної місцевості, що призводять до забруднення території органічними сполуками підвищення концентрацій яких тісно корелює зі зростанням рівня мікробіологічного забруднення. Проведені дослідження дозволяють визначити найбільш антропогенного вражені ділянки басейну річки та джерела їх забруднення. Дані результати можуть служити перш за все для вживання заходів для усунення або ж зменшення негативного впливу розробки, а також для вдосконалення систем моніторингу якості поверхневих вод річки Уж, особливо в рамках міжнародного співробітництва.

Ключові слова: поверхневі води, сполуки азоту, загальне мікробне число, посезонний моніторинг

* Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент М. В. Кривцова



Актуальність. XXI століття охарактеризувалося загостренням багатьох екологічних проблем, серед яких найбільшого розповсюдження набуло питання пов'язане із забрудненням природних вод [11, 12]. Зростання антропогенного тиску на водні екосистеми часто стає причиною погіршення якості води і, як результат, вода стає не тільки непридатною до споживання, але й шкідливою. Літературні данні свідчать, що споживання води з підвищеним умістом сполук азоту призводить до отруєнь, провокує зниження гемоглобіну в крові, стає причиною захворювань печінки, нирок та кишківника [5]. Відомо, що сполуки азоту володіють канцерогенними властивостями, зокрема нітрити, перетворюючись на нітрозаміни, здатні викликати небезпечні новоутворення до того ж проблема контролю води за вмістом нітрозамінів наразі набуває актуальності [10]. Тому, на даному етапі дослідження якості водних ресурсів становлять особливе значення для забезпечення екологічного благополуччя та збереження природного стану водойм [6]. Постійне погіршення якості поверхневих вод зумовлює зростання вимог до проведення моніторингу що особливо відображається на транскордонних водотоках. Серед таких і річка Уж, що бере свій початок у Карпатських горах, біля підніжжя Верховинського хребта, та простягається на 133 км, впадаючи в річку Лаборець, що на території східної Словаччини. Уж є головним джерелом питного водопостачання як обласного центру – міста Ужгород так і навколишніх сіл, а також ресурсом для виробництва електроенергії – Ужгородська та Оноківська міні ГЕС.

Заданими звітної доповіді Департаменту екології та природних ресурсів Закарпатської ОДА «Про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області» (2017) за останній рік у водні об'єкти Закарпатської області було скинуто 33,93 млн м³ недостатньо очи-

щених та неочищених зворотних вод. Стан поверхневих вод річки Уж виявився незадовільним за такими показниками як амоній іон, ферум, манган та цинк. Це свідчить про необхідність комплексного вивчення гідро-екологічних процесів водойми в умовах антропогенного навантаження, проте відомостей про дослідження води річки Уж у науковій літературі практично немає. Усе це зумовлює актуальність проведення низки комплексних досліджень, результати яких служитимуть основою для розробки заходів для охорони та збереження природного стану транскордонної річки Уж.

Мета дослідження – проведення комплексних досліджень із визначення мікробіологічних та хімічних показників якості води поверхневих вод річки Уж посезонно.

Матеріали та методи досліджень. Відбір проб. За результатами польових досліджень виявлено, що майже по всій протяжності річка Уж підпадає під антропогенний тиск, оскільки протікає між населеними пунктами, на її берегах розташовані сільськогосподарські угіддя, неподалік проходять автомагістралі та залізничні шляхи, об'єкти деревообробної та лісохімічної галузей. Найменш ураженою залишається територія в межах витoku річки, освоєння якої обмежене через гірський рельєф і лісистість. Таким чином, через значне просторове розміщення потенційних джерел антропогенного забруднення обрано такі ділянки:

- 1) рекреаційна, що на території витoku річки;
- 2) техногенно-трансформована (знаходиться в межах міста Перечин, де розміщений Перечинський лісохімічний комбінат);
- 3) урбанізована (охоплює територію міста Ужгород і прилеглих сіл);
- 4) аграрна (розташована в районі с. Сторожниця, де зосереджена значна кількість сільськогосподарських угідь і фермерських господарств).

Відповідно до вказаних територій проби води відбирали до та нижче міста Ужгород (48°38'28.5» N, 22°20'48.5» E – 48°37'10.2» N, 22°15'26.4» E), села Строжниця (48°36'47.8» N, 22°15'16.8» E – 48°36'11.7» N, 22°12'18.3» E) та міста Перечин (48°44'59.9» N, 22°30'53.1» E – 48°44'59.9» N, 22°30'53.1» E), а також у 100 м від місця впадіння струмка Доморадж у р. Уж (48°43'37.1» N, 22°28'42.1» E). Фонові зразки відібрано на території, яка найменш потерпала від людської діяльності, – вище с. Волосянка (48°59'07.3» N, 22°50'01.7» E) (Рис.1).

Дослідження проводили впродовж року – посезонно, починаючи з лютого 2016 року до березня 2017 року. Температуру води та рН вимірювали на

місці. Відбір проб води проводили з поверхневого горизонту середини водойми, зразки для хімічного аналізу відбирали у пластикові пробовідбірники об'ємом 1000 мл, для мікробіологічного аналізу – у стерильні флакони, закриті ватно-марлевою пробкою, покритою зверху паперовим ковпачком. Мікробіологічний аналіз води виконували через 2 год після відбору проб, хімічний аналіз проводили в день відбору проб, без консервації зразків у чотирьохразовій повторюваності.

Лабораторні дослідження. Визначення загального мікробного числа (ЗМЧ) води проводили методом серійних десятикратних розведень з посівом на м'ясопептонний агар (МПА), та подальшим культивуванням за температури 37 °С упродовж 24



Рис. 1. Картохема досліджуваних ділянок річки Уж : № 1 – рекреаційна територія; № 2 – на початку с. Перечин; № 3 – 100 м нижче впадіння струмка Доморадж; № 4 – за с. Перечин (техногенно трансформована територія); № 5 – до м. Ужгород; № 6 – за м. Ужгород (урбанізована територія); № 7 – до с. Строжниця; № 8 – за с. Строжниця (аграрна територія).



годин. Результат виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 см³ досліджуваної проби. Для визначення бактерій групи кишкових паличок (БГКП) застосовували метод мембранних фільтрів. Даний метод оснований на фільтрації встановленого обсягу води через мембранні фільтри та подальшому вирощуванні на диференційно-діагностичному середовищі в якості якого ми використовували середовище Ендо. Чашки із фільтрами інкубували протягом 24 год за температури 37 °С. Виявлені на фільтрах колонії ідентифікували за культуральними та біохімічними властивостями, визначаючи таким чином їх належність до бактерій групи кишкових палички. Загальну кількість мікроскопічних грибів визначали методом посіву 1 мл води на диференційно-діагностичне середовище Сабуро і виражали в КУО/см³. Мікробіологічний аналіз води проводили на базі мікробіологічної лабораторії кафедри генетики фізіології рослин та мікробіології біологічного факультету УжНУ.

Хімічний аналіз води включав визначення сполук азоту: нітритів, нітратів та азоту загального, а також фенолу загального та формальдегіду.

Для визначення азоту амонійного, нітратів та нітритів використовували метод атомно-абсорбційної спектrophотометрії, дослідження проводили на спектrophотометрі Contg AA 300, за довжин хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних елементів. У поверхневих водах азот амонійний досліджували фотометричним методом за якісною реакцією з реактивом Несслера. Нітрити визначали діазотуванням реактивом Грісса з утворенням діазосполуки червоно-фіолетового кольору. Дослідження нітратів у воді базувалося на реакції з саліцилатом натрію, яка супроводжувалася утворенням солі нітросаліцилової кислоти жовтого кольору. Визначення фенолів загальних та формальдегіду проводили фотоколориметричним методом на аналізаторі Флюорат-02.

Хімічні дослідження проводили на базі Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса.

Результати дослідження та їх обговорення. Мікробіологічний аналіз води річки Уж. За результатами просторово-часового моніторингу мікробіологічних показників річки Уж встановлено, що загальне число мікроорганізмів коливається в широких межах та має чітку закономірність, виражену по місяцях. До прикладу у верхів'ї річки Уж у межах контрольної точки та до села Перечин протягом року коливалося в межах від $5,2 \times 10^2$ КУО/мл в жовтні до $2,3 \times 10^2$ КУО/мл у січні в районі села Волосянка та від 7×10^2 у квітні до $2,1 \times 10^2$ у січні на ділянці № 2, що є порівняно невисокими показниками для річкової води (табл. 1). Основним чинником зміни бактеріального обсіменіння води на даних територіях служила зміна внутрішньорічного гідрологічного режиму річки. Так, найвищі показники ЗМЧ зафіксовані протягом лютого-березня в період весняного повноводдя та в період літньої межені, а найнижчі – у січні. Подібна тенденція характерна і для динаміки колі-індексу, проте, стабільно підвищений рівень спостерігається упродовж літа. Щодо коливання загальної кількості мікроскопічних грибів, можна відмітити підвищення на початку весни і подальше зниження влітку. Подібна тенденція може свідчити про розмноження мікроміцетів за сприятливих умов, зокрема підвищення температури. Зниження концентрації мікроскопічних грибів улітку можна пояснити зростанням впливу сонячного випромінювання, яке, як відомо, сильніше у високогірних районах та в поверхневих водах із низьким рівнем потоку [2] (що й характерно для річки Уж в районі точки № 1 та № 2).

В 100 м від струмка Доморадж бактеріологічні показники якості води помітно зростають. Упродовж року мікробне число



1. Мікробіологічні показники якості води в межах рекреаційної $\times 10^2$ території ($M \pm m$; $n = 4$)

с. Волосянка $\times 10^2$ КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/дм ³)
Весна	3.9 ± 0.48	2.4 ± 0.05	7.9 ± 1.27
Літо	4.0 ± 0.32	1.4 ± 0.13	10.6 ± 0.57
Осінь	4.4 ± 0.42	1.7 ± 0.10	8.4 ± 0.86
Зима	2.9 ± 0.36	7.0 ± 0.80	5.8 ± 0.63
до с. Перечин $\times 10^2$ КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/дм ³)
Весна	6.1 ± 0.50	3.0 ± 0.07	9.9 ± 0.55
Літо	4.3 ± 0.23	1.4 ± 0.17	12.1 ± 2.01
Осінь	6.5 ± 0.16	2.0 ± 0.35	11 ± 0.50
Зима	3.0 ± 0.40	10.1 ± 0.93	8.4 ± 0.86

води сягає наднормативних значень 10^4 – 10^5 КУО/мл, взимку – зменшується, а з початком весни плавно підвищується. У цьому випадку прослідковується вплив хімічних речовин на зміну динаміки ЗМЧ. Зміна індексу БГКП у даній точці вказує його залежність від температурного фактору [3] та водності річки, найвищі значення зафіксовані протягом літнього меженевого періоду і перевищують допустимі значення в 24-28 разів, взимку – зменшуються вдвічі, перевищуючи норми в 10-15 разів. Загальне число мікроскопічних грибів протягом року знаходилося в межах 10^1 – 10^2 КУО/мл, що є незначним враховуючи підвищений уміст біогенних речовин і в цілому мало незначну тенденцію до зменшення взимку. За межами села Перечин спостерігається подібна тенденція, проте рівень, як хімічного так і мікробіологічного забруднення дещо знижується, що пояснюється самоочисною здатністю річки в гірській частині та віддаленній відстані від потенційного джерела забруднення.

Вплив щільної міської забудови відображається на результатах бактеріологічного забруднення водойми в межах міста

Ужгород. Найбільше це проявляється за змінами колі-індекса, який за межами міста у 5 разів перевищував показник до міста протягом літнього періоду (табл. 3). Забруднення води бактеріями групи кишкових паличок пояснюється нерегульованим скидом не очищених або ж недостатньо очищених стічних вод, до того ж можна припустити що підвищення температури та характер водності водойми, а саме обміління річки в цей період, веде до збільшення концентрацій забруднюючих речовин та розмноження сапрофітної мікрофлори за сприятливих умов. Подібними виявилися і результати хіміко-мікробіологічних досліджень гірської річки Бялка що на території Польщі, де рівень бактеріального забруднення зростає влітку в результаті збільшення кількості туристів, а також тісно корелював зі сполуками азоту [7].

Не менш важливим чинником є і перехід річки до рівнинного типу, як наслідок – перенесення забруднюючих речовин до низинних територій.

У пониззі річки Уж в межах села Сторожниця виявлено тенденцію до збільшення мікробіологічних показників якості



2. Мікробіологічні показники якості води в межах техногенно-трансформованої території (M ± m; n = 4)

100 м від с. Доморадж КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/д)
Весна	4.8 ± 1.15	0.0074 ± 1.20	53.0 ± 4.76
Літо	5.8 ± 0.52	0.0028 ± 0.23	84.6 ± 5.57
Осінь	6.8 ± 0.40	0.0033 ± 0.23	44.0 ± 7.26
Зима	0.4 ± 0.40	0.00026 ± 0.08	35.6 ± 3.54
за с. Перечин КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/д)
Весна	4.4 ± 0.45	0.065 ± 1.26	25 ± 3.50
Літо	0.43 ± 0.75	0.0034 ± 0.13	32.6 ± 2.00
Осінь	0.52 ± 0.35	0.008 ± 0.33	25.3 ± 4.31
Зима	0.033 ± 0.29	0.0032 ± 0.18	18.3 ± 1.25

3. Мікробіологічні показники якості води в межах урбанізованої території (M ± m; n = 4)

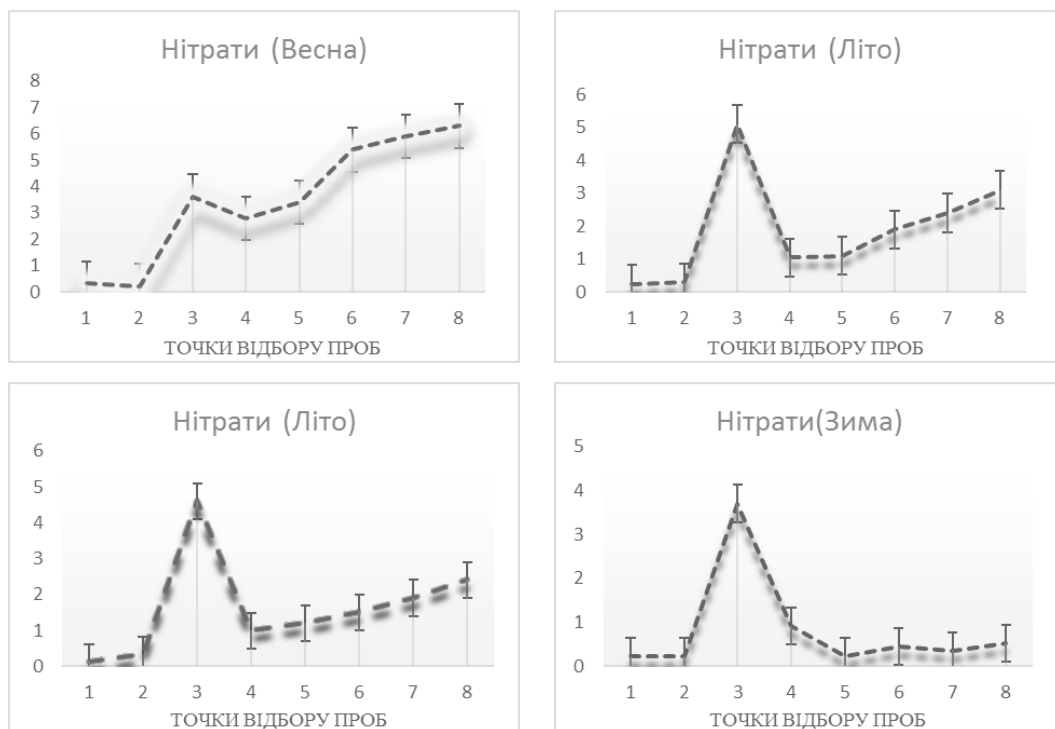
до м. Ужгород ×10 ² КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/дм ³)
Весна	0.0095 ± 0.210	0.00034 ± 0.15	20,6 ± 2.84
Літо	0.036 ± 0.56	0.00039 ± 0.32	28.0 ± 1.32
Осінь	0.0031 ± 0.47	0.00037 ± 0.36	22.0 ± 2.64
Зима	0.0031 ± 0.26	0.00034 ± 0.22	14.6 ± 1.25
за м. Ужгород ×10 ⁶ КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/дм ³)
Весна	0.03 ± 0.12	0.0033 ± 0.24	31.3 ± 9.07
Літо	0.033 ± 0.43	0.0047 ± 0.25	142 ± 3.75
Осінь	0.037 ± 0.60	0.0045 ± 0.42	62.3 ± 14.8
Зима	0.028 ± 0.42	0.00035 ± 0.20	21.0 ± 3.50

води за межами села, максимальні значення ЗМЧ зафіксовано влітку 10⁶ КУО/см та восени 10⁵ КУО/см (табл. 4). У порівнянні з контрольною точкою перевищення загального мікробного числа за селом Сторожниця сягають тисячі разів. До того ж встановлено що підвищення загальної кількості мікроорганізмів та мікроскопіч-

них грибів у разі зростання концентрації нітратів, нітритів та азоту амонійного, що пояснюється надхоженням біогенних речовин до водойми, одним з основних джерел яких є сільськогосподарські стічні води та злив із прилеглих територій. Варто зазначити й те, що в даній місцевості швидкість течії сповільнюється, а русло річки

4. Мікробіологічні показники якості води в межах аграрної території (M ± m; n = 4)

до с. Сторожниця КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/д)
Весна	3.8 ± 0.21	0.044 ± 0.74	29.6 ± 8.60
Літо	0.0059 ± 0.86	0.61 ± 0.48	102.3 ± 8.60
Осінь	0.0037 0.15	0.59 ± 0.56	51.3 ± 9.07
Зима	0.0003 ± 0.05	0.038 ± 0.30	19 ± 1.5
За с. Сторожниця КУО/мл			
Пора року	Загальне мікробне число	Загальне число мікроскопічних грибів	Колі-індекс (КУО/д)
Весна	0.0049 0.30	0.056 ± 0.10	39 ± 10.8
Літо	0.077 0.34	4.7 ± 0.36	109.3 ± 6.00
Осінь	0.0055 0.36	0.7 ± 0.72	57.6 ± 10.0
Зима	0.00039 ± 0.27	0.042 ± 0.22	21.3 ± 1.52


Рис 2. Уміст нітратів у поверхневих водах річки Уж.

 * $n = 4$; $P = 0,95$

замулюється, що значно знижує її природні механізми самоочищення [7]. Колі-індекс також сягає високих значень як до, так і за

селом, це можна пояснити, по-перше, перенесенням забруднювальних речовин із вище розміщених за течією територій, а,

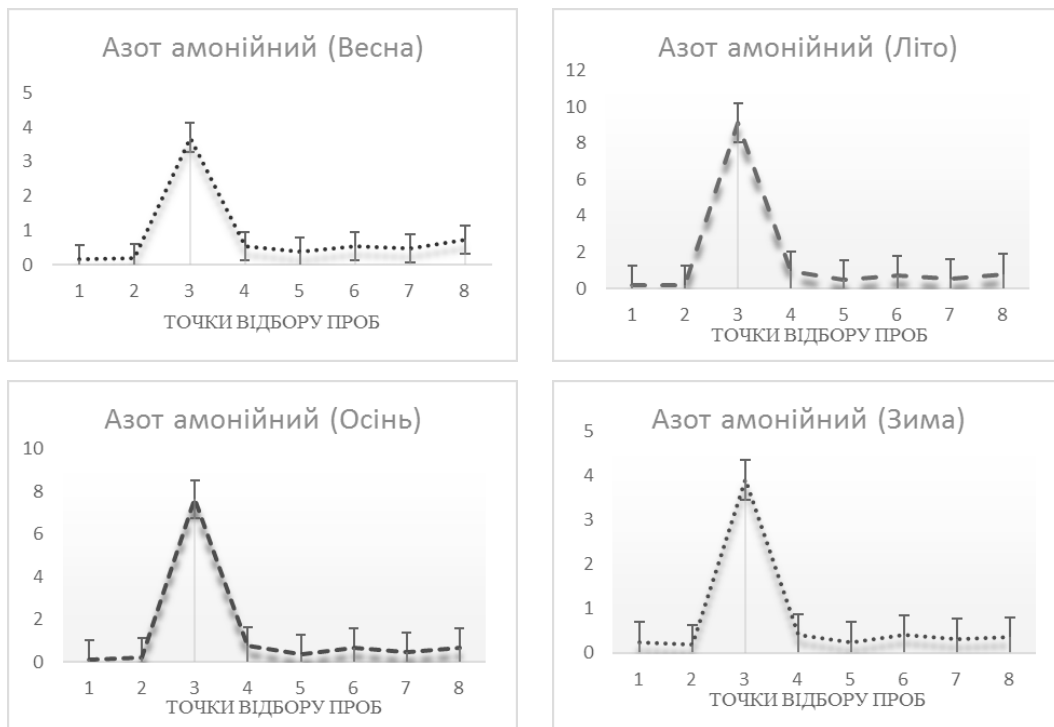


Рис. 3 Вміст азоту амонійного в поверхневих водах річки Уж.

*n = 4; P = 0,95

по-друге, близьким розташуванням русла річки до забудов, зокрема, до низки дрібних домашніх фермерських господарств, що й слугують джерелом фекального забруднення [1].

Хімічний аналіз води річки Уж. Одним з наслідків антропогенного впливу на водні екосистеми є порушення природного співвідношення біогенних елементів та іонів (NO_3 , NO_2 та NH_4) у водному середовищі. Підвищений вміст нітритів є особливо небезпечним для гідробіонтів оскільки відомо що нітритні інтоксикації призводять до змін в нервових клітинах головного мозку риб, до м'язових судом, гіперемії зябер та печінки [4]. Від шкідливого впливу сполук азоту потерпають не тільки тварини, доведено, що дія нітратів на людський організм супроводжується канцерогенним впливом, змінах у функці-

онуванні центральної нервової системи та роботі серця [9]. Отримані результати гідрохімічних аналізів поверхневих вод річки Уж порівнювали з нормативами для водойм рибогосподарського призначення та з фоновими показниками.

У результаті досліджень виявлено, що найбільш забрудненою територією сполуками азоту є техногенно-трансформована. Так, найбільші перевищення зафіксовано в літній період у районі впадіння струмка Доморадж у річку Уж, до прикладу концентрації азоту амонійного перевищували ГДК риб у 18 разів (9,19 мг/л липень), подібними виявилися і показники нітрит-іонів, які перевищували нормативні значення у 8 разів (0,63 мг/л липень) (рис. 2). В осінньо-зимовий період концентрації азотвмісних речовин дещо знижуються, вміст аміаку перевищує ГДК риб в 15 разів

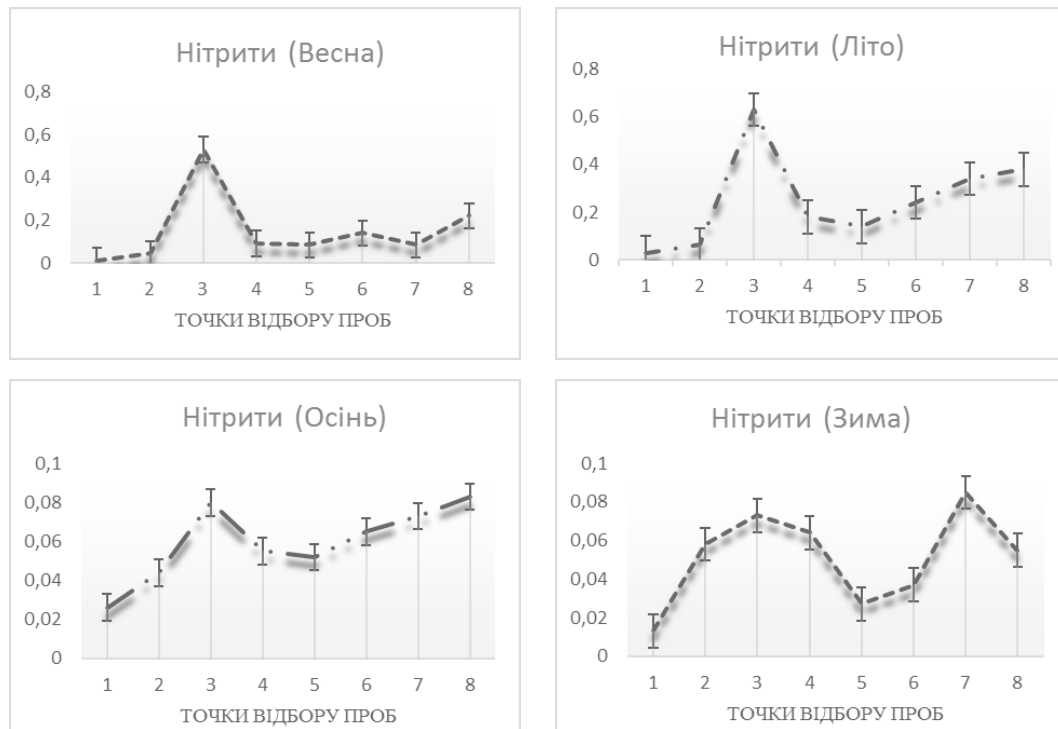


Рис. 4. Вміст нітритів у поверхневих водах річки Уж.

* $n = 4$; $P = 0,95$

(7,51 мг/л жовтень) восени та у 8 разів взимку (3,8 мг/л грудень). А на весні сягає мінімальних значень, перевищуючи нормативи в 6 разів (3,1 мг/л квітень), у той час як вміст нітрат-іонів знаходиться в допустимих межах та не є більшим за фонові показники (рис. 3, 4). Крім того на даній ділянці виявлено підвищені концентрації фенолу в 5 разів (0,005 мг/л) та формальдегіду в 6 разів (0,06 мг/л). Данні результати вказують на значний ступінь органічного забруднення упродовж всього року, що свідчить про безперервне надходження сполук органічного походження у водойму. Уміст досліджуваних полотантів за селом Перечин значно зменшуються, зафіксовані лише незначні перевищення аміаку та нітрит-іонів, проте, динаміка їх виявлення залишається подібною до точки № 3. А це тільки вкотре доводить можливість розглядати

води струмка Доморадж потенційно небезпечними для навколишнього середовища, а зменшення рівня забрудненості водойми в точці № 4 вказує на самоочисну здатність водойми, оскільки дана територія належить до передгірських та характеризується швидкісною течією й кам'янистим дном, що тільки підвищує самоочисні процеси.

Менш забрудненою виявилася урбанізована територія, де зафіксовані незначні концентрації сполук азоту, а вміст нітратів знаходився в допустимих межах.

Вищі концентрації сполук азоту, у порівнянні з урбанізованою місцевістю, виявлено на аграрній території, проте, тенденція щодо підвищення органічного забруднення на весні із максимумом влітку залишилася такою, як і в районі урбанізованої. Уміст нітратів не перевищував ГДК риб але був найвищим порів-



5. Кореляційна залежність між хімічними та мікробіологічними показниками якості поверхневих вод річки Уж (досліджувані ділянки 1-4)

Досліджувані ділянки												
№1			№2			№3			№4			
Мікробіологічні показники												
Хім. речовини	ЗМЧ	БГКП	ЗЧ*	ЗМЧ	БГКП	ЗЧ	ЗМЧ	БГКП	ЗЧ	ЗМЧ	БГКП	ЗЧ
Весна												
NO_2	-0.62	-0.97	0.86	-0.99	-0.99	-0.99	0.95	0.97	-0.16	0.5	0.65	-0.82
NO_3	-0.50	0.11	-0.77	0.21	-0.65	-0.75	0.45	0.88	0.34	-0.47	-0.24	-0.9
NH_4	0.24	0.09	-0.75	-0.79	-0.27	-0.14	0.68	0.96	-0.43	0.95	0.98	-0.02
Літо												
NO_2	0.01	0.02	-0.86	0.77	0.89	-0.91	0.86	-0.83	0.91	-0.01	-0.92	0.65
NO_3	-0.74	-0.59	0.07	0.64	0.43	-0.82	0.29	0.72	0.2	0.67	-0.7	-0.43
NH_4	0.09	-1	0.04	-0.68	0.38	0.99	0.99	-0.55	0.99	0.91	-0.37	-0.75
Осінь												
NO_2	0.67	0.11	0.18	-0.98	0.75	-0.95	0.92	0.44	-0.95	0.91	0.91	-0.93
NO_3	0.26	-0.63	0.22	-0.32	-0.5	-0.56	-0.83	-0.27	0.87	0.63	0.63	0.07
NH_4	-0.30	-0.87	0.31	-0.94	0.86	-0.82	0.55	0.96	-0.47	0.63	0.63	-0.99
Зима												
NO_2	-0.38	0.35	-0.5	-0.38	0.53	0.26	0.24	0.21	-0.96	0.62	0.81	-0.56
NO_3	0.21	0.13	0.32	-0.69	-0.07	-0.37	0.69	0.71	0.28	-0.67	-0.84	0.52
NH_4	-0.08	0.29	-0.2	-0.08	-0.63	-0.37	0.89	0.87	-0.82	0.94	0.99	-0.05

Примітка: ЗЧГ – загальне число мікроскопічних грибів

няно з іншими територіями, найвищі показники виявлені навесні від 4,9 до 7,4 мг/л, ймовірними джерелами надходження органіки могли стати сільськогосподарські угіддя та фермерські господарства, які розташовані на берегах річки. Не перевищували допустимих значень і концентрації фенолів, проте, уміст формальдегіду виявився дещо завищеним влітку і коливався в межах від 0,02 до 0,04 мг/л.

Результати гідрохімічного аналізу води річки Уж вказують на безперервний скид забруднювальних речовин у водотік оскільки високі концентрації даних поліюгантів свідчать про незакінчені процеси нітрифікації та неспроможність водної екосистеми до повноцінного самоочищення.

Кореляційна залежність. У ході роботи з отриманих результатів встановлено кореляційний зв'язок між сполуками азоту



6. Кореляційна залежність між хімічними та мікробіологічними показниками якості поверхневих вод річки Уж (досліджувані ділянки 5-8)

Досліджувані ділянки												
№5				№6			№7			№8		
Мікробіологічні показники												
Хім. речовини	ЗМЧ	БГКП	ЗЧГ*	ЗМЧ	БГКП	ЗЧГ	ЗМЧ	БГКП	ЗЧГ	ЗМЧ	БГКП	ЗЧГ
Весна												
<i>No₂</i>	-0.98	0.75	-0.35	0.45	0.98	-0.28	0.99	0.58	0.72	0.91	0.64	0.05
<i>No₃</i>	-0.47	-0.9	0.21	1.00	0.99	-0.42	-0.33	0.8	0.73	0.09	0.63	0.32
<i>NH₄</i>	0.95	-0.84	-0.71	0.98	0.93	-0.1	0.89	0.91	0.86	0.86	0.82	0.04
Літо												
<i>No₂</i>	0.98	0.75	0.6	0.87	-0.39	-0.32	0.65	0.73	-0.13	0.98	0.22	-0.67
<i>No₃</i>	-0.76	-0.34	-0.91	-0.81	0.58	0.99	0.24	-0.28	0.62	-0.69	0.73	0.98
<i>NH₄</i>	0.89	0.99	-1.74	0.81	-0.29	-0.21	0.67	0.78	0.95	0.72	0.37	0.18
Осінь												
<i>No₂</i>	-0.26	-0.32	-0.24	0.18	0.06	-0.77	0.99	0.63	0.75	0.99	0.71	0.66
<i>No₃</i>	0.87	0.9	-0.53	0.65	0.74	-0.97	0.80	0.77	0.86	0.82	0.57	0.79
<i>NH₄</i>	1.39	0.56	-0.92	-0.97	-0.94	-0.65	-0.89	-0.27	-0.43	0.91	0.96	0.2
Зима												
<i>No₂</i>	-0.71	-1	-0.56	0.61	0.15	-0.45	0.99	0.15	-0.45	-0.36	-0.89	-0.77
<i>No₃</i>	0.86	0.26	-0.64	0.95	0.59	-0.12	0.81	-0.39	-0.12	0.94	0.5	-0.99
<i>NH₄</i>	0.56	-0.16	-0.9	0.78	-0.32	-0.89	0.85	-0.32	-0.89	0.93	0.45	-0.98

Примітка: ЗЧГ- загальне число мікроскопічних грибів

та мікробіологічними показниками. Упродовж досліджуваного року встановлені тісні зв'язки між мікробіологічними показниками та біогенними речовинами в районі техногенно-трансформованої території. Подібна динаміка свідчить про спільне джерело надходження біогенних речовин та мікроорганізмів (табл. 5).

Збільшення чисельності мікроскопічних грибів у залежності від зростання концентрацій сполук азоту спостеріга-

ється упродовж року, окрім зимового періоду, на аграрній території. Значний зв'язок мікроміцетів та органічних речовин на даній місцевості може бути пов'язаний із геоморфологічними особливостями водойми, а саме із замулюванням річки в межах села Сторожниця, що сприяє розвитку мікроскопічних грибів. А низька чисельність мікроміцетів взимку може бути викликана впливом низьких температур, які характерні для дано-



го регіону. До того ж на даній місцевості встановлений тісний зв'язок між сполуками азоту ЗМЧ та БГКП, що свідчить про значне поступлення органічних речовин до водойми (табл. 6).

Висновки. У результаті досліджень встановлено, що басейн річки Уж підпадає під нерівномірне забруднення, що дозволяє умовно диференціювати її на території з різним ступенем антропогенного навантаження. Однею із пріоритетних екологічних проблем водойми є хімічне забруднення, осередки якого зконцентровані в межах села Перечин, джерелом забруднення тут виступають стічні води лісохімічного комбінату. Доведено, що підвищення санітарно епідеміологічних показників тісно пов'язане з надходженням органічних забруднювачів, на що вказують позитивні кореляційні зв'язки, особливо це відмічається в межах урбанізованої території, де показники коли індексу та загального мікробного числа корелюють з нітритами та азотом амонійним, а також на аграрній міс-

цевості де відмічене зростання загально-го мікробного числа та загальної кількості мікроскопічних грибів разом із підвищенням концентрацій азоту амонійного. Основним джерелом органічних речовин є комунально побутові та стічні води, які неконтрольовано потрапляють до водойми, спричинюючи екологічну трансформацію гідроєкосистеми. Не менш важливим фактором є і фізико географічне районування басейну річки, а саме перехід від гірського типу до рівнинного. Так, в межах села Сторожниця та на прикордонній території, де русло річки протікає через рівнинну територію, що характеризується сповільненням течії та заболоченням, спостерігається значне підвищення показників бактеріального та органічного забруднення.

Проведені комплексні дослідження дозволяють повноцінно оцінити стан поверхневих вод річки Уж та служити для розробки заходів направлених на зменшення антропогенного впливу на водойму.

References

1. An, Y.J., Kampbell, D. H., Peter Breidenbach, G. (2002). *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environmental Pollution*, 120(3), 771–778. doi:10.1016/S0269-7491(02)00173-2
2. Babič, M., Gunde-Cimerman, N., Vargha, M., Tischner, Z., Magyar, D., Verissimo, C., Brandão, J. (2017). Fungal Contaminants in Drinking Water Regulation? A Tale of Ecology, Exposure, Purification and Clinical Relevance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 636. doi:10.3390/ijerph14060636
3. Blaustein, R. A., Pachepsky, Y., Hill, R. L., Shelton, D. R., Whelan, G. (2013). *Escherichia coli* survival in waters: Temperature dependence. *Water Research*, 47(2), 569–578. doi:10.1016/j.watres.2012.10.027
4. Dragon, K. (2012). Groundwater nitrate pollution in the recharge zone of a regional Quaternary flow system (Wielkopolska region, Poland). *Environmental Earth Sciences*, 68(7), 2099–2109. doi:10.1007/s12665-012-1895-5
5. Fatoki, O., Gogwana, P., Ogunfowokan, A. (2003). Pollution assessment in the Keiskamma River and in the impoundment downstream. *Water SA*, 29(2), 183–187 doi:10.4314/wsa.v29i2.4854
6. Gao, T., Chen, H., Xia, S., Zhou, Z. (2008). Review of water pollution control in China. *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China*, 2(2),
7. Krevš, A., Kučinskienė, A. (2009). Microbial mineralization of organic matter in bottom sediments of small anthropogenised lakes. *Ekologija*, 55(2), 127–132. doi:10.2478/v10055-009-0016-6
8. Lenart-Boroń, A., Wolanin, A., Jelonkiewicz, Ł., Chmielewska-Blotnicka, D., & Żelazny, M. (2015). Spatiotemporal Variability in Microbiological Water Quality of the Białka River and Its Relation to the Selected Physicochemical Parameters of Water. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(1). doi:10.1007/s11270-015-2725-7



9. Parvizishad, M., Dalvand, A., Mahvi, A. H., & Goodarzi, F. (2017). A Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health. *Health Scope*, In Press (In Press). doi:10.5812/jhealthscope.14164
10. Song, P., Wu, L., Guan, W. (2015). Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients*, 7(12), 9872–9895. doi:10.3390/nu7125505
11. Jayasinghe, S. N., & Rajapakse, L. H. L. (2018). Hydrological Modelling Approach for Flood and Water Pollution Control in an Ungauged Catchment-A Case Study in Erewwala Catchment in Bolgoda River Basin, Sri Lanka.
12. Xue, F., Tang, J., Dong, Z., Shen, D., Liu, H., Zhang, X., & Holden, N. M. (2018). Tempo-spatial controls of total coliform and *E. coli* contamination in a subtropical hilly agricultural catchment. *Agricultural Water Management*, 200, 10-18.

SUMMARY

M.V. Bilkei, M.V. Krytsova. *Spatiotemporal characteristics of microbiological and hydrochemical indicators of the quality of surface waters of the Uzh river (Ukraine). Biological Resources and Nature Management. 2018. 10, № 5–6. P. 24–37. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.004>*

The Uzh River is the main source of water supply for the regional center - the city of Uzhhorod and the surrounding villages. Over the past decades, there has been a deterioration in the ecological status of the reservoir, which makes it necessary to carry out a series of studies to assess the quality of surface water and find solutions for restoring and preserving the natural state of the ecosystem. The purpose of this article is a comprehensive assessment of the water quality of the transboundary river Uzh from February 2016 to March 2017. The spatial-temporal characterization of chemical and microbiological indicators of the water quality of the river Uzh has been carried out. Positive correlative relationships between the latter during the year have been established. The study of the level of anthropogenic load in different areas of the river basin allowed to conditionally divide it into a technologically-transformed area, where there is a high level of pollution in terms of ammonium nitrogen characterized by exceeding of the standard values for water of fishery reservoirs by 18 times (9.19 mg /l), nitrites in 8 times (0.63 mg /l), formaldehyde in 6 times (0.06 mg /l) and phe-

nols in 5 times (0.005 mg / l), the water quality is noticeably deteriorating upon microbial attributes. The territory of the Uzh River Basin within the regional center is urban, characterized by moderate pollution, in particular by increasing the index circle outside the city that reached a maximum of 142 CFU / in summer. The main influence on the ecological state of the reservoir in the lower reaches of the river is exerted by the physico-geographical conditions of the area, leading to pollution of the territory with organic compounds, the increase in concentrations of which closely correlates with the increase in the level of microbiological pollution. Therefore, conducted research allows to determine the most anthropogenic affected parts of the river basin and the sources of their pollution. Primarily, these results can serve to take measures to eliminate or reduce the negative impact, as well as to improve the monitoring systems for the quality of surface waters of the Uzh River, especially in frames of international cooperation.

Keywords: surface water, nitrogen compounds, total microbial count, seasonal monitoring

АННОТАЦІЯ

М. В. Білкей, М. В. Кривцова. *Пространственно-временная характеристика микробиологических и гидрохимических показателей качества поверхностных вод реки Уж (Украина). Биоресурсы и природопользование. 2018. 10, № 5–6. – С. 24–37. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.004>*

Река Уж является основным источником водоснабжения областного центра – города Ужгород и окружающих сел. За последние десятилетия отмечается ухудшение экологического состояния водоема что обуславливает актуальность проведения ряда исследований для оценки качества поверхностных вод и поиска реше-

ний для восстановления и сохранения естественного состояния экосистемы. Целью данной статьи является комплексная оценка качества воды трансграничной реки Уж с февраля 2016 по март 2017 года. Проведен пространственно-временную характеристику химических и микробиологических показателей каче-



ства води реки Уж. Установлены положительные коррелятивные связи между последними в течение года. Исследования уровне антропогенной нагрузки на разных территориях бассейна реки позволили условно разделить ее на техногенно-трансформированную территорию где отмечается высокий уровень загрязнения по показателям азота аммонийного характеризующееся превышением нормативных значений для воды рыбохозяйственных водоемов в 18 раз (9,19 мг / л), нитритов в 8 раз (0,63 мг / л), формальдегида в 6 раз (0,06 мг / л) и фенолов в 5 раз (0,005 мг / л) заметно ухудшается качество воды и по микробиологическим показателям. Территория бассейна реки Уж в пределах областного центра - урбанистическая, характеризуется умеренным загрязнением, в частности повышением коли индекса за пределами города который летом достигал максимального значения

142 КОЕ / дм³. Основное влияние на экологическое состояние водоема в низовьях реки оказывают физико географические условия данной местности, приводящие к загрязнению территории органическими соединениями повышение концентраций которых тесно коррелирует с ростом уровня микробиологического загрязнения. Проведенные исследования позволяют определить наиболее антропогенного пораженные участки бассейна реки и источники их загрязнения. Данные результаты могут служить прежде всего для принятия мер для устранения или уменьшения негативного влияния, а также для совершенствования систем мониторинга качества поверхностных вод реки Уж, особенно в рамках международного сотрудничества.

Ключевые слова: поверхностные воды, соединения азота, общее микробное число, посезонно мониторинг.