

ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ВОД Р. СТРИЙ В МЕЖАХ КАРПАТСЬКОГО ПЕРЕДГІР'Я

Монастирська С.С., Гойванович Н.К., Климишин О.С.

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

вул. Івана Франка, 24, 82100, м. Дрогобич

natahoyvan@gmail.com

Збереження якості водних ресурсів є однією з екологічних проблем України. Не зважаючи на зниження інтенсивності виробництва та зупинку багатьох підприємств, якість природних вод також знижується з кожним роком. В цілому, не спостерігається суттєвого зменшення об'єму скиду неочищених або недостатньо очищених стічних вод у природні водні об'єкти. Це пов'язано, зокрема, з погіршенням технічного стану на діючих очисних спорудах, відсутністю коштів на їх ремонт та реконструкцію, а також порушенням природоохоронного режиму прибережних водоохоронних зон.

У роботі представлені результати моніторингу вод р. Стрий у межах Дрогобицького (с. Новий Кропивник), Стрийського (м. Стрий, с. Любінці, с. Гірне, с. Миртюки, м. Жидачів, с. Заліски) району за гідробіологічними показниками. У статті представлена робота виконана в рамках комплексного моніторингу природних ресурсів Львівщини. Схемою моніторингу передбачений аналіз вод методом біотестування, визначення фіто- і цитотоксичності, деяких гідробіологічних показників. Біологічний метод аналізу вод р. Стрий засвідчив наслідки сумарної дії поллютантів на ріст і розвиток тест-об'єкту – середній і вище середнього рівні фітотоксичності (26,7-51,1%). Вміст хлоридів у водах річки Стрий коливається в межах 98,15-194,12 мг/л, фосфатів – 0,0017-0,0054 мг/л і не перевищує ГДК. Одночасно, у пробах вод з міста Стрий вміст іонів амонію перевищує ГДК на 13,8-44,6 %, у в пробах з с. Новий Кропивник – на 73,5-119,6%. Прослідковується взаємозв'язок між рівнями фітотоксичності, порушенням проліферації у клітинах меристеми і вмістом іонів амонію у точках відбору вод у с. Новий Кропивник і м. Стрий. Результати дослідження можна буде використовувати для розробки системи контролю за станом та якістю вод. *Ключові слова:* гідробіологічні показники, біоіндикація, вода, р. Стрий.

Hydrobiological analysis condition of the Stryi River waters within the Carpathian Foothills. Monastyrsk S., Hoivanovych N., Klymyshyn O.

One of Ukraine's environmental problems is preserving the quality of its water resources. Despite the decline in production and the shutdown of many enterprises, natural water continues to be a highly polluted environment, as there is no significant improvement in its quality, a significant reduction in the discharge of untreated or inadequately treated wastewater. This is due in particular to the deterioration of the technical condition at the existing treatment plants, the lack of funds for their repair and reconstruction, as well as the violation of the nature protection regime of riparian water protection zones.

The paper presents the results of monitoring the waters of the Stryi River within the boundaries of Drohobych district (village Novy Kropyvnyk), Stryi district (Stryi city, village Lyubynsi, village Hirne, village Myrtyuky, Zhydachiv city, village Zalisky) by hydrobiological indicators. The article was completed as part of the comprehensive monitoring of the Lviv region's natural resources. The monitoring scheme provides for the analysis of water by biotesting, determination of phyto- and cytotoxicity, some hydrobiological indicators. The biological method of water analysis of the Stryi River showed the effects of the total action of pollutants on the growth and development of the test object – average and above-average levels of phytotoxicity (26,7-51,1%). The content of chlorides in the waters of the Stryi River varies between 98.15-194.12 mg/l, phosphates – 0.0017-0.0054 mg/l and does not exceed the MPC. At the same time, in water samples from the city of Stryi, the content of ammonium ions exceeds the MPC by 13.8-44.6%, in samples from the village of Novy Kropyvnyk – by 73.5-119.6%. The studies have traced the relationship between phytotoxicity levels, impaired meristem cell proliferation, and ammonium ion content at water collection points in Novy Kropyvnyk village and Stryi city. The research results can be used to develop a system for monitoring the condition and quality of water. *Key words:* hydrobiological indicators, biological method, water, Stryi River.

Постановка проблеми. Соціально-економічний прогрес, розвиток науки і техніки дозволяють покращити якість життя людей у сучасному світі. Чисельність населення зростає з кожним днем, людство переробляє та споживає все більше природних ресурсів, особливе місце з яких займає вода – основа всього живого на нашій планеті [2, 5]. Вже зараз багато регіонів зіткнулися з нестачею чистої питної води. На тлі постійних екологічних проблем підвищується важливість збереження чистоти водних ресурсів і знаходження правильних шляхів вирішення проблеми забруднення води.

Актуальність дослідження. У питаннях екології, особливо у вирішенні проблеми забруднення води, потрібна незалежна система моніторингу її чистоти, зокрема за гідробіологічними показниками. Вона дозволить оперативно отримувати сигнали про надзвичайні ситуації щодо перевищення рівня забруднення з найбільш проблемних місць поряд із виявленими потенційними джерелами небезпеки [3, 5, 6]. Оцінка екологічних ризиків, що виникають у водних об'єктах під впливом антропогенних і природних факторів, є надійним методом дослідження та оцінки стану, стійкості водних екосистем, меж толерантності гідробіонтів у умовах, що зміню-

ються. Оцінка екологічних ризиків необхідна також як основа для моніторингу стану водних об'єктів та прийняття рішень у сфері управління водними ресурсами. Екологічна безпека держави значною мірою залежить від успішного вирішення питань, пов'язаних із процесами антропогенної евтрофікації, забруднення водних об'єктів різними відходами, термічного (теплого та холодного) забруднення та з іншими негативними факторами, а також зниження їх впливу на водні об'єкти [8, 9].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Впродовж 2018-2021 рр. виконується комплексний моніторинг стану навколишнього середовища і природних ресурсів Львівщини. Аналіз результатів вивчення стану водних ресурсів методом біоіндикацій свідчить про значний рівень антропопресії [14-17].

Метою роботи є полягає в дослідженні гідробіологічних показників вод річки Стрий в межах Карпатського передгір'я.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дані екологічних паспортів Львівської області та регіональних доповідей про стан довкілля в області (2018-2020 рр.) свідчать про збільшення викидів токсичних речовин у водні об'єкти, тому біологічний моніторинг доповнить картину стану довкілля [4, 10].

Згідно даних Державної екологічної інспекції і моніторингу, у 2020 році в поверхневій воді Львівської області скинуто близько 120 тис м³ неочищених і недоочищених зворотних вод [4]. Річка Стрий є джерелом питтєвого забезпечення західних районів Львівської області й моніторинг стану її вод є одним з пріоритетних завдань.

Новизна. Сьогодні, у воді рік України потрапляє велика кількість хімічних сполук разом з промисловими стоками. Найчастіше зафіксовано підвищений вміст азоту амонійного, хрому, нітратів та ін. [10]. Кількість забруднюючих речовин і їх склад залежить від специфіки регіону протікання рік: інфраструктури, промисловості, рекреаційних комплексів, стану очисних споруд, агропромислового комплексу, щільності населення тощо.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження гідробіологічних показників стану вод р. Стрий в межах Карпатського передгір'я проводився на базі лабораторії «Експериментальної біології» Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка впродовж 2019-2021 рр. Воду відбирали у певних точках вздовж течії р. Стрий в межах Дрогобицького і Стрийського районів: с. Новий Кропивник, с. Любинці, с. Гірне, с. Миртюки, м. Стрий, м. Жидачів, с. Заліски у період без опадів, з середини течії річки для кращого змішування вод.

Визначення гідробіологічних показників вод проводилось у літній період, оскільки попередні дослідження вказували на найвищі фізико-хімічні

і санітарні показники в цей період. З підвищенням температури зростає й рівень розчинених політантів у воді. Завданням дослідження була оцінка вод р. Стрий методом біотестування (фітотоксичність і мітотичний індекс) та встановлення взаємозв'язків між рівнем їх фітотоксичності й вмістом фосфатів, хлоридів і йонів амонію у воді.

Уміст амонію визначали фотометричним методом за якісною реакцією з реактивом Неслера, кількісне визначення фосфатів полягає у взаємодії фосфат іонів з молібденово-кислим амонієм в присутності двох хлористого олова з утворенням забарвлених розчинів, кількісне визначення хлоридів відбувалося за методом Мора [1]. Біотестування проводили за методикою А. Горової [7]. Для порівняння фітотоксичності за ростовим тестом використовували шкалу: 0-20 – відсутність або слабкий рівень токсичності, 20,1-40 – середній рівень, 40,1-60 – вище середнього рівня, 60,1-80 – високий рівень, 80,1-100 – максимальний рівень. Результати досліджень опрацьовували статистично.

Результати досліджень. Річка Стрий є однією з основних водних артерій Львівщини, на ній є водозабори, що забезпечують питною водою мешканців області. Тому стан вод контролюється у створах вздовж річки Стрий (м. Жидачів, м. Стрий, с. Верхнє Синьовидне).

Упродовж останнього десятиліття в європейській практиці оцінки стану вод присутні біологічні методи досліджень, що на державному рівні є одними з важливих показників якості [11, 12, 13]. Біотестування дозволяє швидко оцінити якість вод, не потребує значної кількості дороговартісних реактивів та спеціального обладнання.

У рамках виконання комплексного дослідження стану природних ресурсів Львівщини проводились окремі дослідження гідробіологічних показників вод річки Стрий у межах Дрогобицького та Стрийського районів вздовж течії від Нового Кропивника до місця впадіння в р. Дністер (с. Заліски). Протяжність точок моніторингу р. Стрий вздовж Карпатського передгір'я складає 79 км.

Рівень забруднення вод, а відповідно, й швидкість приросту корінців *Allium cepa* залежить від багатьох факторів: сезонності, температури, швидкості течії, глибини річки, ширини русла, відстані від джерел забруднення та ін. [7].

Необхідно відзначити, що впродовж зимово-весняного періоду 2021 року випала не значна кількість опадів, зима була малосніжною, а весна – досить сухою. Це спричинило маловоддя рік. Перші місяці літа відзначаються високими температурними піками (30-35 °C), що також призвело до зменшення рівня вод у річках.

У табл. 1. представлення результати біотестування вод річки Стрий у точках моніторингу на 4-ту, 7-му, і 10-ту доби: Новий Кропивник, Любинці, Гірне, Миртюки, Стрий, Жидачів, Заліски. У яко-

сті тест-об'єкта використовували цибулю звичайну (*Allium cepa*).

Необхідно відзначити, що приріст корінців *Allium cepa* на тлі вод р. Стрий на початковій (Новий Кропивник) і кінцевій (Заліски) точках моніторингу на 4-ту добу значно відрізняється, якщо у першій точці приріст знижується на 51,1%, то на кінцевій на 40,1% відносно контролю. Це свідчить про зменшення кількості політантів вздовж течії, що впливають на ріст і розвиток *Allium cepa*.

Проби в с. Новий Кропивник відібрані неподалік від курортного смт. Східниця, що знаходиться вище за течією. Ймовірно, більшість побутових і комунальних відходів скидається неочищеними стоками в води річки Стрий.

Протяжність ріки Стрий від с. Нового Кропивника до с. Заліски становить орієнтовно 79 км. Результати досліджень свідчать, що води ріки природно очищаються й токсичність відповідно знижується.

Приріст корінців *Allium cepa* на тлі вод р. Стрий у передгірській зоні Стрийського району (с. Миртюки, с. Любинці, с. Гірне) на 4-ту добу знижується в межах 26,7-35,6% відносно контролю. Показники приросту на 7-му і 10-ту доби свідчать про незначне відхилення від контрольних значень. Порівняно з показниками у гірській зоні, відбувається значне зниження токсичності вод річки перед містом Стрий.

Результати досліджень вказують, що токсичність вод у межах міста Стрий у точках: Моршинський міст, Пляж, вул. Об'їзна одразу зростає порівняно з ділянками перед містом. Ймовірно кількість політантів зростає по мірі протікання річки через місто, адже зниження швидкості приросту у точці Моршинський міст складає 40,9%, а в кінці вул. Об'їзної – 49,5% порівняно з контролем.

Зниження приросту корінців для проби Стрий 1 «Моршинський міст» ймовірно пов'язано з рельєфом

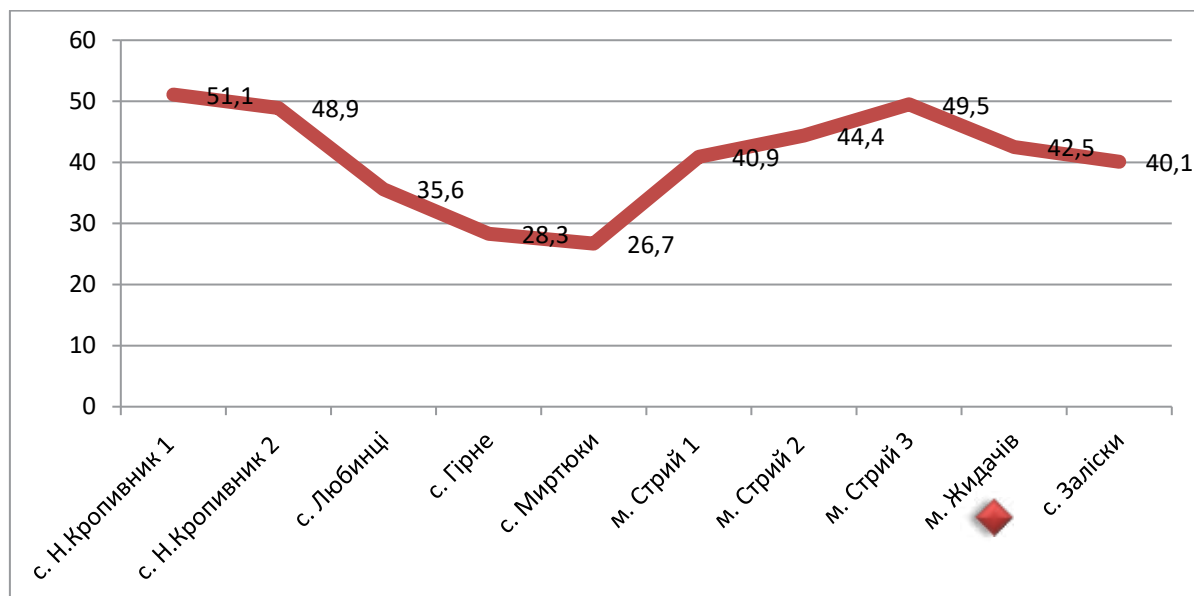


Рис. 1. Фітотоксичність вод р. Стрий у точках моніторингу

Таблиця 1

Ростові показники *Allium cepa* на тлі вод річки Стрий

Назва проби	4 доба	7 доба	10 доба	T, %
Контроль	3,74±0,54	5,52±0,78	6,82±0,88	-
с. Новий Кропивник 1 («Навісний міст»).	1,83±0,21	3,05±0,47	5,11±0,74	51,1
с. Новий Кропивник 2 («Рибницький міст»).	1,91±0,52	4,68±0,84	6,18±0,91	48,9
с. Любинці	2,41±0,61	3,74±0,71	5,46±0,89	35,6
с. Гірне	2,68±0,77	4,07±0,68	6,15±0,91	28,3
с. Миртюки	2,74±0,84	4,93±1,04	6,25±1,32	26,7
м. Стрий 1 («Моршинський міст»)	2,21±0,51	3,46±0,84	5,71±0,98	40,9
м. Стрий 2 («Пляж»)	2,08±0,49	3,95±0,66	5,97±0,84	44,4
м. Стрий 3 («вул. Об'їзна Дорога», кінець)	1,89±0,37	4,21±0,64	6,25±1,22	49,5
м. Жидачів	2,15±0,42	3,56±0,94	5,11±1,07	42,5
с. Заліски	2,24±0,59	3,24±0,38	4,89±0,43	40,1

даної території та автомобільною розв'язкою на мості. У зв'язку із протіканням річки Стрий у низовині, під час танення снігів усі токсичні речовини з дороги та узбіч потрапляли у води ріки. Результати біотестування проби вод Стрий 2 «вул. Об'їзна Дорога», також вказують на значне антропогенне навантаження, оскільки тут проходить траса міжнародного значення Київ – Чоп.

Оцінка швидкості приросту корінців *Allium cepa* на тлі вод р. Стрий у всіх точках моніторингу на 4-ту добу дозволила визначити індекс фітотоксичності вод за шкалою.

У цілому, рівень фітотоксичності вод річки Стрий коливається в межах 26,7-51,1%. Це відповідає середньому рівню токсичності. Однак спостерігається певна закономірність динаміки змін фітотоксичності, найнижчий рівень у зразках вод р. Стрий з сіл Любинці, Гірне і Миртюки 26,7-35,6 % – середній рівень токсичності, одночасно у межах міста Стрий – 40,9-49,5%, що відповідає рівню вище середнього. Очевидно в межах міста відбувається більше забруднення вод побутовими відходами, неочищеними стоками. Варто також відзначити, що найвищий рівень фітотоксичності 51,1 % встановлено для вод у Новому Кропивнику (околицях Східниці). У цій точці моніторингу навіть візуально вода мала жовте забарвлення, спостерігалось її цвітіння.

Результати біотестування вказують, що сумарна дія розчинених у воді поллютантів зумовлює рівні токсичності – середній і вище середнього. Мітотичний аналіз дозволить оцінити не тільки візуальні відхилення в рості тест об'єкта, а й визначити можливі генетичні порушення.

Наступним етапом нашої роботи було визначення мітотичного індексу на тлі поверхневих вод р. Стрий, а також встановлення ана-телофазного співвідношення. Результати визначення співвідно-

шення клітин у різних стадіях мітозу представлені у табл. 2.

Сумарна дія поллютантів у воді може зумовлювати порушення проліферативної активності у меристемах корінців *Allium cepa* на тлі вод р. Стрий. Аналіз кількості клітин на різних стадіях мітозу дозволив побачити порушення мітотичної активності й кількості фаз. У деяких точках моніторингу відсутня телофаза мітозу, що є порушення мітотичного циклу. В обох точках с. Новий Кропивник і двох – у м. Стрий (№ 2 і 3) немає телофази, зменшується кількість клітин в анафазі. Необхідно відмітити, що саме в цих точках встановлені найвищі показники фітотоксичності (44,4-51,1%).

Аналіз результатів підрахунку клітин у різних стадіях мітозу у меристемі корінців *Allium cepa* на тлі вод р. Стрий у рівнинній частині свідчить про незначні коливання відсоткових значень фаз порівняно з контролем. Виявлені клітини у всіх фазах мітозу. Фітотоксичність вод у цих точках також є одного рівня – середнього.

Важливим показником цитотоксичного ефекту, що можуть зумовлювати досліджувані води, є співвідношення індекс проліферації (мітотичний) та показник А-Ті. Аналіз результатів досліджень показує, що мітотичний індекс у корінцях *Allium cepa* коливається в межах 42-66 %. Оскільки, меристема кореня – це тканина, клітини якої активно діляться, то показник нижче 50% є свідченням порушень проліферації [7]. Як видно з рис. 3.6., тільки у зразках вод з Нового Кропивника рівень проліферації порушений, оскільки мітотичний індекс складає 42-47%. Показник А-Ті коливається в межах 2,12-8,62 %, і є найнижчим у зразках з с. Нового Кропивника та м. Стрий (№ 3).

Отже, показники мітотичного аналізу вказують на цитотоксичний ефект вод р. Стрий у зразках

Таблиця 2

Вплив вод р. Стрий на мітотичні показники у корінцях *Allium cepa*

Назва проби	П, %	М, %	А, %	Т, %	Мі, %	А-Ті, %
Контроль	74,4	15,4	6,4	3,8	78	10,3
с. Новий Кропивник 1 («Навісний міст»).	87,2	10,6	2,1	0	47	2,12
с. Новий Кропивник 2 («Рибницький міст»).	92,8	4,8	2,4	0	42	4,76
с. Любинці	68,8	23,4	4,7	3,1	64	7,81
с. Гірне	72,7	21,3	3	3	66	6,61
с. Миртюки	74,6	17,5	4,8	3,1	63	7,93
м. Стрий 1 («Моршинський міст»)	80,4	14,3	3,6	1,8	56	5,36
м. Стрий 2 («Пляж»)	71,7	22,6	5,7	0	53	5,61
м. Стрий 3 («вул. Об'їзна Дорога», кінець)	78,8	17,3	3,8	0	52	3,84
м. Жидачів	76,8	17,9	3,6	1,7	56	5,36
с. Заліски	67,2	24,1	5,2	3,5	58	8,62

Таблиця 3

Гідробіологічні показники вод р. Стрий

Назва проби	Хлориди (мг/л)	Фосфати (мг/л)	Йони амонію (мг/л)
с. Новий Кропивник 1 («Навісний міст»)	194,12±6,41	0,0054±0,00022	4,51±0,38
с. Новий Кропивник 2 («Рибницький міст»)	181,55±6,23	0,0041±0,00015	5,71±0,87
с. Любинці	111,33±5,69	0,0021±0,00011	1,96±0,25
с. Гірне	113,41±5,14	0,0044±0,00017	1,81±0,37
с. Миртюки	120,29±5,83	0,0035±0,00022	2,16±0,65
м. Стрий 1 («Моршинський міст»)	144,13±4,87	0,0017±0,00008	2,96±0,31
м. Стрий 2 («Пляж»)	151,31±5,71	0,0037±0,00011	3,22±0,52
м. Стрий 3 («вул. Об'їзна Дорога», кінець)	171,5±8,85	0,0028±0,00001	3,76±0,19
м. Жидачів	121,35±5,48	0,0021±0,00009	2,46±0,23
с. Заліски	98,15±3,21	0,0032±0,00017	2,44±0,17

з с. Нового Кропивника та м. Стрий, що корелює з найвищими рівнями фітотоксичності визначеними у біотесті.

Проведення біотесту поверхневих вод р. Стрий вказало на проблемні ділянки з найвищими рівнями фітотоксичності та значними порушеннями проліферації клітин. Наступним етапом нашої роботи було визначення деяких екологічних показників якості вод, що можуть спричинювати токсичність: вміст хлоридів, фосфатів та йонів амонію.

У табл. 3. представлені результати визначення деяких гідробіологічних показників у точках моніторингу р. Стрий.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що вміст хлоридів у водах річки Стрий коливається в межах 98,15-194,12 мг/л і не перевищує ГДК (250 мг/л). Найвищі значення хлоридів у воді встановлено у точках з с. Новий Кропивник та м. Стрий (№ 3) (171,5-194,12 мг/л). Під час протікання річки містом Стрий кількість хлоридів у воді зростає 144,13→171,5 мг/л.

Як видно з табл. 3, вміст фосфатів у водах річки Стрий коливається в межах 0,0017-0,0054 мг/л і є значно нижчим за ГДК (3,5 мг/л). Уміст іонів амонію у водах річки Стрий коливається в межах

1,81-5,71 мг/л. У зразках вод р. Стрий з с. Любинці, Гірне, Миртюки, м. Жидачів і с. Заліски показник іонів амонію не перевищує ГДК (2,6 мг/л). Одночасно, у пробах вод з міста Стрий вміст іонів амонію перевищує ГДК на 13,8-44,6 %, у в пробах з с. Новий Кропивник – на 73,5-119,6%.

Головні висновки. Результати біотестування вод р. Стрий показали результат сумарної дії полютантів на ріст і розвиток тест-об'єкту. Для вод р. Стрий відібраних вздовж течії встановлено середній і вище середнього рівні токсичності. Однією з причин токсичності вод може бути підвищений вміст іонів амонію, які як й інші сполуки нітрогену є небезпечними для людини і тварин. Прослідковується взаємозв'язок між рівнями фітотоксичності, порушенням проліферації у клітинах меристеми і вмістом іонів амонію у точках відбору вод у с. Новий Кропивник і м. Стрий.

Перспективи використання результатів досліджень. Дані аналізу гідробіологічних показників вод річки Стрий є частиною комплексного моніторингу довкілля Львівщини, його результати можна буде використовувати для просвітницької роботи з населенням і розробки системи контролю за станом та якістю вод.

Література

- Бриндзя І.В., Цайтлер М.Й., Досвідчинська М.Р. Моніторинг довкілля. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Дрогобич : Реакційно-видавничий відділ ДДПУ ім. І. Франка, 2014. 48 с.
- Горбачова Л. О. Сучасні пріоритети та напрямки гідроекологічних досліджень річкових басейнів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. збірник*. 2006. Том 11. С. 338–341.
- Дудник С.В., Глебова Ю.А. Моніторинг екологічної ситуації на водних об'єктах. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту*. 2011. № 2. С. 141–144.
- Екологічні паспорти Львівської області за 2018-2020 р. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/> (дата звернення: 05.09.2019)
- Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Київ: Вища школа, 2005. 671 с.
- Козловський М., Царик Й. Комплексні екологічні дослідження у басейні р. Дністер. *Збірник наукових праць*. 2000. 214 с.
- Кучеренко Т.В., Головатюк Є.О. Використання біотесту Allium сера L. (цибуля звичайна) для оцінювання антропогенного забруднення навколишнього середовища. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 4. С. 79– 83

8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / За ред.: А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко. Харків: УкрНДІЕП, 2012. 37 с.
9. Міхєєв О.М., Гуца М.І., Шиліна Ю.В., Овсяннікова Л.Г. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії стресорів різної природи на екосистеми. *Екологія*, 2006. С. 56–64
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Львівської області (2018-2020 рр.). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/> (дата звернення: 04.06.2020)
11. Хільчевський В.І. Хільчевський В.К., Осадчий В.І. Основи гідрохімії: підручник. К. : Ніка-Центр, 2012. 312 с.
12. Царенко О.М. та ін. Захист довкілля в умовах зростаючого техногенного навантаження на природу: навч. посіб. Суми : Слобожанщина, 2002. 464 с.
13. Шевчук В.М., Третяк С. К., Х. В. Бурштинська. Моніторинг змін русла річки Стрий з використанням ГІС–технологій. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2018. Вип. 1. С. 138–139.
14. Hoivanovych N., Antonyak H., Pavlyshak Ya. Quality analysis of water supply sources by hygienic indices using an example of the specialized regions in the Lviv region. *Acta Carpathica*. 2017. № 28. P. 55–61.
15. Hoivanovych N., Antonyak H., Kossak H., Krupinska E. Monitoring quality of well waters in Sambir region by physical and chemical indicators. Chapter 8. State of environment and human health / Ed. by A. Krynski, G. K. Tebug, S. Voloshanska. Czestochowa: Publishing House of Polonia University «Educator», 2019. P. 91–100.
16. Vyshotravka M., Voloshanska S., Hoivanovych N. Analysis of ecological indicators state for the water of the Stryi river. *Acta Carpathica*. 2019. № 31-32. P. 5–15.
17. Hoivanovych N., Voloshanska S., Monastyrsk S., Kovalchuk H., Lesyk Ya., Ivasivka A. Integrated Monitoring of the Spring Water Quality in the Mostyska District of Lviv Region. *Advances in Economics, Business and Management Research*. 2020. Vol. 129. P. 264–271.