

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури
та природничих наук

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

НЕДЗЕЛЬСЬКИЙ ПАВЛО РУСЛАНОВИЧ

(ПІБ здобувача вищої освіти)

УДК 33:502/504/(075.8)

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Особливості використання молюсків як
індикаторів рівня забруднення водою**

(тема роботи)

207 “Водні біоресурси та аквакультура”

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник
Матковська Світлана Іванівна
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Недзельський П.Р. – Особливості використання молюсків як індикаторів рівня забруднення водойм. Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 207 – Водні біоресурси та аквакультура – Поліський національний університет, Житомир, 2024 рік.

В роботі надано результати вивчення використання молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.) в ролі біоіндикатора фізико-хімічних змін водного середовища р. Случ.

Наукова новизна одержаних результатів: вперше для умов річки Случ проведено вивчення екологічних та етологічних реакцій на фізико-хімічні зміни водного середовища прикладі молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.).

Завдання досліджень:

1. вивчити угруповання гідробіонтів р. Случ;
2. Відібрати аборигенний вид молюсків для проведення спостережень;
3. Визначити амплітуди етологічних реакцій гідробіонтів на зміни у водному середовищі на прикладі молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.).

Практичне значення одержаних результатів: надано рекомендації щодо використання молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.) як індикатора забруднення водойм на прикладі р. Случ, надано рекомендації щодо заходів по зменшенню техногенного навантаження на р. Случ.

Обсяг роботи – Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на 33 сторінках, містить 7 таблиць 1 схеми і 7 рисунків. Список літератури становить 40 найменувань, з них 7 іноземні, додатки.

Ключові слова: гідробіонти, біоіндикатори, червоногі молюски, *Theodoxus fluviatilis* L., фізико-хімічне забруднення водойм.

ABSTRACT

Nedzelsky P.R. – Peculiarities of using mollusks as indicators of water pollution levels. Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 207 – Aquatic bioresources and aquaculture – Polesie National University, Zhytomyr, 2024.

The work presents the results of studying the use of the river scuttle (*Theodoxus fluviatilis* L.) as a bioindicator of physicochemical changes in the aquatic environment of the Sluch River.

Scientific novelty of the results obtained: for the first time, for the conditions of the Sluch River, a study of ecological and ethological reactions to physicochemical changes in the aquatic environment using the example of the river scuttle (*Theodoxus fluviatilis* L.) was conducted.

Research objectives:

1. to study the grouping of hydrobionts of the Sluch River;
2. To select an aboriginal species of mollusks for observations;
3. To determine the amplitudes of ethological reactions of hydrobionts to changes in the aquatic environment using the example of the river snail (*Theodoxus fluviatilis* L.).

Practical significance of the results obtained: recommendations are given on the use of the river snail (*Theodoxus fluviatilis* L.) as an indicator of water pollution using the example of the Sluch River, recommendations are given on measures to reduce the technogenic load on the Sluch River.

Scope of work – The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, practical recommendations, a list of sources used. The work is presented on 33 pages, contains 7 tables, 1 diagram and 7 figures. The list of references is 40 items, 7 of which are foreign.

Keywords: hydrobionts, bioindicators, gastropod mollusks, *Theodoxus fluviatilis* L., physical and chemical pollution of water bodies.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Загальні методи вивчення водного середовища.....	6
1.2. Особливості використання рослин як біоіндикаторів.....	9
1.3. Особливості використання тварин як біоіндикаторів.....	10
РОЗДІЛ II ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	12
2.1. Програма досліджень.....	12
2.2. Характеристика умов досліджень.....	12
2.3. Методики досліджень.....	14
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
3.1. Біологічна характеристика молюска річкова лунка <i>Theodoxus fluviatilis</i> L.	18
3.2. Проведення біоіндикації стану вод р. Случ за допомогою молюска лунка річкова (<i>Theodoxus fluviatilis</i> L.).....	23
ВИСНОВКИ.....	28
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	30
ДОДАТКИ.....	33

ВСТУП

Використання гідробіонтів як індикаторів фізико-хімічного та екологічного стану природних водойм широко використовується в рибогосподарській практиці, адже методи біоіндикації дозволяють не лише констатувати факт вмісту тих чи інших речовин у водному середовищі. Використання біондикації дозволяє вивчати реакції живих організмів на зміни водного середовища та прогнозувати і моделювати розвиток тих чи інших популяцій, саме тому вивчення гідробіонтів як індикаторів забруднення водойм є своєчасними і актуальними.

Мета роботи — вивчити особливості використання гідробіонтів як індикаторів стану водних екосистем, на прикладі молюска річкова лунка *Theodoxus fluviatilis* L. аборигеного виду річки Случ.

Об'єкт дослідження — молюск річкова лунка *Theodoxus fluviatilis* L. як біоіндикатор фізико-хімічних показників стану водного середовища.

Предмет дослідження — морфометричні та фізіологічні реакції молюску річкова лунка *Theodoxus fluviatilis* L. на фізико-хімічні показники води р. Случ.

Методи дослідження: при проведенні досліджень було застосовано загальноприйняті методи відбору, екологічні, органолептичні, фізико-хімічні, аналітичні та статичні.

Наукова новизна одержаних результатів: вперше для умов річки Случ проведено вивчення екологічних та етологічних реакцій на фізико-хімічні зміни водного середовища прикладі молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.).

Завдання досліджень: 1. вивчити угруповання гідробіонтів р. Случ; 2. Відібрати аборигенний вид молюсків для проведення спостережень; 3. Визначити амплітуди етологічних реакцій гідробіонтів на зміни у водному середовищі на прикладі молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.).

Практичне значення одержаних результатів: надано рекомендації щодо використання молюска річкова лунка (*Theodoxus fluviatilis* L.) як індикатора забруднення водойм на прикладі р. Случ, надано рекомендації щодо заходів по зменшенню техногенного навантаження на р. Случ.

Апробація результатів досліджень: за темою магістерських досліджень було опубліковано 3 тези на науково-практичних конференціях:

1. Недзельський П. Р. Хвороби гідробіонтів в закритих просторах // Future of science: innovations and perspectives. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2024. Pp. 25-28. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-future-ofscience-innovations-and-perspectives-25-27-11-2024-stokholm-shvetsiya-arhiv/>

2. Недзельський П.Р. Декоративна аквакультура України. *Студ. наук.-практ. конф.* «Технології. Наука. Практика»: збірка наук праць. тези доп. 28.11.2024р., /Житомир –С. 24-28.

3. Недзельський П.Р. Використання рослин та тварин як біоіндикаторів *Студ. наук.-практ. конф.* «Технології. Наука. Практика»: збірка наук праць. тези доп. 28.11.2024р., /Житомир –С.87-88

Основні положення що виносяться на захист: використання червоногого молюска *Theodoxus fluviatilis* L. В якості біондикатора для визначення фізико-хімічного стану водного середовища р. Случ.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на 33 сторінках, містить 7 таблиць 1 схеми і 7 рисунків. Список літератури становить 40 найменувань, з них 5 іноземні.

Ключові слова: гідробіонти, біоіндикатори, червоногі молюски, *Theodoxus fluviatilis* L., фізико-хімічне забруднення водойм.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні методи вивчення водного середовища

Успішність ведення аквакультурного виробництва залежить від якості води у якій вирощується продукція. Якість води визначається фізико-хімічними та біологічними методами [2].

Фізико-хімічні методи призначені для контролювання абіотичних факторів які визначаються органолептичними та інструментальними методами: каламутність та прозорість води, концентрація біогенних елементів та органічних речовин, присутність поверхнево активних та токсичних речовин, кислотність та жорсткість води, температура та вміст кисню, і інші важливі для існування життя в воді показники. Температурний режим важливий абіотичний чинник, який впливає на інтенсивність протікання фізіологічних процесів в живих організмах. Водні організми поділяються на такі що можуть жити в широкому діапазоні змін температур, та у вузькому діапазоні змін температур.

Газовий склад води також впливає на процеси обміну гідробіонтів, при зміні кількості кисню у водному середовищі змінюються процеси росту та розвитку рослин та тварин, як у бік ненормованого росту так і у бік загибелі цілої популяції або певно групи гідробіонтів [7, 11].

Кислотно-основні властивості водного середовища безпосередньо впливають на всі групи живих організмів і є визначальним фактором існування, у кислих водах рН нижче 6,5 організми пристосовані до нейтрального та лужного середовищ починають хворіти та гинуть при тривалій дії[26].

Мінеральний склад (солоність) води для континентальних водойм поділяє водні середовища на прісні (вміст солей 0,5 гр/л) помірно солоні та солоні, найбільш мінералізованими та солоними вважаються води світового океану.

Каламутність, прозорість, світловий режим характеристики що відносяться до групи органолептичних показників, водночас за ними визначають проникненість сонячного світла у водні шари, ступінь можливого прогрівання водойми.

При використанні інструментальних методів досліджень можливо встановити кількість того чи іншого показника, водночас такі методи досліджень не дозволяють встановити ступінь впливу фізичних факторів та хімічних речовин на живі організми.

Фізико-хімічні методи доволі дорогі та не дозволяють прогнозувати стан водного середовища і проаналізувати попередні впливи, вони є фіксованими в часі [8, 16].

Біологічні методи об'єднують комплекс показників абіотичних і біотичних факторів [17], переважна більшість біологічних методів базується на вивченні кількісного та якісного складу тваринних та рослинних угруповань в водоймах, на амплітудах реакцій на зміни того чи іншого чинника.

До біотичних факторів водного середовища водойм відносять ґрунтові умови які поділяють на м'які (дрібнодисперсні) та жорсткі (грубозерністі). На ґрунти водойм впливають живі організми які трансформують ґрунтове середовища в процесі життєдіяльності та після відмирання.

Реакції живих організмів на забруднювачі дозволяють проаналізувати ступінь забруднення водойми, оцінити час впливу тих чи інших хімічних речовин на водне середовище, визначити шляхи поширення та розповсюдження хімічних речовин у водоймі, спрогнозувати розвиток ситуації, запропонувати комплекс методів по запобіганню негативного впливу на водну екосистему [23,36].

Континентальні водойми є складною різноманітністю біотопів, які в свою чергу поділяють на пелагіаль – безпосередньо товща води [4], бенталь – ґрунтове дно з мергелями та придонним шаром води, нейсталь – шар води біля поверхні який контактує з атмосферою. Житві організми що живуть у водоймах постійно еволюціонують та проявляють певний спектр пристосувальних реакцій на ті чи інші зміни середовища існування. При проведеннях досліджень важливо охоплювати всі можливі місця проживання (існування) досліджуваної групи, так при вивченні стану рік та популяцій біогруп необхідно охоплювати максимальну територію: затоки, безпосередньо плесо та прибережні смуги [11].

Для малорухливих та стоячих водойм властиві сталі та гомогенні екологічні умови та популяції стійкі до чинників різного роду, об'єми закритих водойм мають визначальне значення при визначення місць та точок спостереження за угрупованнями гідробіонтів [1,8].

При вивченні водойм: джерел, річок, що мають рух води за руслом розташування точок спостереження проводять вниз за течією, та вивчають комплексно реакції гідробіонтів вздовж лінії досліджень [9,14].

1.2. Особливості використання рослин як біоіндикаторів

Водні рослини поділяють на мікрофіти (одноклітинні) та макрофіти, обидві групи є біоіндикаторами стану водойм. До мікроорганізмів що існують у водному середовищі відносять грибки, найпростіші, синьо-зелені водорості, мікроби бакт [14,22].

Мікрофіти водного середовища переважно ціанобактерії, які є яскравим біоіндикатором для водойм. Ціанобактерії непатогенні організми які при помірному рості є корисною структурною складовою водної екосистеми, при неконтрольованому рості токсини що виділяються сьоньозеленими водоростями стають прямою загрозою існування інших організмів.

Макрофіти водні рослини які належать до різних систематичних груп до них відносять багатоклітинні водорості, плауни, деякі види папоротей та мохів, вищі квіткові рослини [6, 14, 27]. Макрофіти мають широку амплітуду пристосувальних реакцій до життя у водному середовищі з різноманітними абіотичними чинниками [11, 25], також вони безпосередньо регулюють гідрохімічні та гідробіологічні процеси у екосистемах, однією з головних ролей макрофітів в водоймах є процеси фотосинтезу та поглинання макро і мікроелементів.

В тканинах водних рослин накопичуються значні концентрації забруднюючих речовин пестицидів, іони важких металів, радіонукліди, поверхнево активні речовини та інші, при великій скупченості вищої рослинності у приберегових територіях пришвидшуються обмінні процеси, навіть розкладання нафтових п'ятен відбувається швидше, в таких місцях

розмножуються та розвивається велика кількість видів безхребетних комахи, ракоподібні що слугують кормовою базою для об'єктів рибного господарства. [14,22].

Макрофіти зручний об'єкт для проведення біоіндикаційного моніторингу, адже вони добре підлягають методам органолептичної оцінки, активно реагують на зміни у середовищі існування, водночас їм притаманна широка екологічна пластичність [14, 18, 29], однак ці методи не надають можливості визначити рівень забруднення водойми нафтопродуктами, пестицидами та іншими шкідливими сполуками.

Біоіндикація за використання макрофітів повина проводитись відповідно доцільей з врахуванням реакцій рослин на короткотривалі та довготривалі зміни водного середовища. Для проведення біондикації за допомогою макроффітів враховують видовий склад, особливості структури фітоценозу, просторовий розподіл та кількісну характеристику [14,31].

Водні рослини за способами пристосування до водного середовища поділяють на геліофіти (рослини що пристосувались існувати в декількох середовищах одночасно, які можуть зростати частково у воді, та які можуть обходитись певний період часу без водного середовища) та гідрофіти – справжні мешканці водного середовища онтогенез яких проходить безпосередньо у воді [17, 30].

Просторовий розподіл і геліофітів і гідрофітів залежить від багатьох чинників: рельєф берегової лінії, глибина водойми, швидкість та напрям течії, тип ґрунту, заболоченість та інші чинники.

Виділять групи рослин індикаторів екологічних умов континентальних водойм Реофільні умови (річки що мають течію) для них характерні види з зануреними екоформами: стрілолист гостролистий, глечики жовті, сусак зонтичний. Лімнофільні умови передбачають явище зарегульованості та наближають умови до озерних, де відбувається помірний рух води, присутні процеси замулення для таких водойм властива наявність рдесників, водопериці колосистої та ряски та мохів різних видів. Заболочені умови характеризуються

відсутністю течії, присутністю великої кількості органічних решток та кислим рН водного середовища для них характерні водяний хрін,ю частуха подорожникова та інші рослини.

Біоіндикація за допомогою макро та мікрофітів дозволяє своєчасно виявляти негативний вплив на водне середовище різноманітних чинників та факторів.

1.3. Особливості використання тварин як біоіндикаторів

Ефективними біоіндикаторами стану водного середовища також є тваринні організми, перевагу надають дрібним тваринам з короткими життєвими циклами та яскраво вираженими реакціями на зміни середовища існування [9, 14, 27], такими індикаторами є безхребетні тварини. Серед найпоширеніших безхребетних біоіндикаторами виступають в'їчасті черви, п'явки, молюски, комахи, бабки, павуки.

В'їчасті черви невеликі за розміром хробаки (20-30мм) є типовими мешканцями донних біотопів, характерні для малопроточних та застійних водойм.

Малощетинкові черви мешкають у суходільних біотопах, та болотних біотопах, в яких переробляють органічні рештки, таким чином прискорюючи процеси очищення водойм [10, 14, 17].

П'явки мешкають у відносно чистих водоймах, можуть тривалий час переносити забруднення водойми, ведуть паразитарний тип життя присмоктуючись до риби (риб'яча п'явка) та до молюсків (молюскова п'явка) за допомогою цих безхребетних визначають рівень забруднення органічними решками водойм

Молюски розрізняють червононогі та двостулкові вони є донними мешканцями водойм різні види можуть жити у водоймах з різним ступенем забруднення води, в Україні в якості біоіндикаторів використовують перлівницю звичайну, перлівницю опуклу, дрейсени, бітінії, лунку річкову, жабурницю, витушку рогову та інші види [14, 20].

Ракоподібні які видно неозброєним оком використовують також у якості

біоіндикаторів, з такою метою використовують бокоплавів, водяних віслучків, десятиногих раків (довгополого, широкополого раків). Павукоподібні біоіндикатори водойм це сріблянка та доломед, їм притаманна широка екологічна валентність тому вони можуть мешкати у водоймах з різним ступенем забруднення.

Комахи індикатори стану водойм це бабки, одноденки, веснянки, волохокрильні, твердокрильні (жуки), двокрилі та інші представники тваринного світу, як правило вони є індикаторами рівня забруднення поверхневих вод водом адже переважно мешкають на водній гладі або у атмосфері суміжній з водоймою.

Висновки до розділу 1: дослідження стану водойм можливе за використання фізико-хімічних та біологічних методів. Використання живих організмів як біоіндикаторів стану водойм надає можливість визначати події що призвели до змін у водних екосистемах та прогнозувати стан водних екосистем на різні часові терміни.

РОЗДІЛ 2

Програма та методики досліджень

2.1. Програма досліджень

За темою магістерської роботи було сформовано програму та календарний план проведення досліджень, які співпадали з сезонними ритмами активності гідробіонтів у відкритих водоймах:

1. Провести вивчення сучасної наукової літератури щодо та висвітлити основні положення біоіндикації стану водойм;
2. Визначити об'єкт та предмет досліджень, запропонувати методики проведення досліджень;
3. Провести рекогносцерувальне обстеження русла р. Случ в межах визначених для проведення досліджень;
4. Провести вивчення фізико-хімічних показників води у річці Случ.
5. Довідити та описати етологічні та фізіологічні реакції молюска *Theodoxus fluviatilis* L. На зміни водного середовища існування.

Проведення досліджень відбувалось у терміни визначені календарним планом у 2023 -2024 рр.

2.2. Характеристика умов досліджень

Досліджувана річка Случ протікає в межах Рівненської, Житомирської та Хмельницької областей, та впадає у праву притоку річки Горинь, таким чином відноситься до басейну річки Прип'ять. Случ відноситься до річок середніх за розміром протяжності русла, загальна довжина річки складає 451 км., обрахована площа басейну сягає 13 900 км², середня ширина річища коливається в межах 40-50 м, найбільше значення цього показника сягає 110 м. живлення річкового русла відбувається за рахунок опадів, підземне та джерельне підживлення має точковий характер. Берігова лінія характеризується високими берегами, річка подекуди протікає між виходами твердих порід, має звивисту берегову лінію (рис. 2.1) та невеликі заплави, які наповнюються водою під час весняної повені. Свій початок річка Случ бере у с. Червоний Случ Теофіпольського району Хмельницької області.

Случ населяють 37 видів іхтіофауни, аборигенні види: , щука, карась, плітка, лящ, краснопірка, окунь, в'юн, верховка, плоскирка, мінога. Охороний статус мають:

- ялець звичайний (*Leuciscus leuciscus*, Linnaeus),
- карась звичайний (*Carassius carassius*, Linnaeus),
- минь річковий (*Lota lota*, Linnaeus),
- бистрянка російська (*Alburnoides rossicus*, Berg.),
- гольян озерний (*Eupallasella percniurus*, Pallas, 1814),
- марена дніпровська (*Barbus borysthenticus*, Dybowski, 1862),
- йорж носар (*Gymnocephalus acerinus*, Gueldenstaedt, 1774),
- мінога українська (*Eudontomyzon mariae*, Berg, 1931)

Ці види занесено до Червоної книги України, та не підлягають виловлюванню в промислових масштабах.



Рис 2.1. Русло річки Случ

Глибина русла річки Случ коливається в межах 1-4 метри, дно переважно кам'янисте з невеликими відкладами сапропелей. Случ має важливе господарське значення для багатьох населених пунктів які розташовані за руслом річки, вона слугує водосховищем для Любарського, Зв'ягельського районів Житомирської області, основним джерелом питної води для Красилівського та Старокостянтинівського районів Хмельницької області.

2.3. Методики досліджень

Визначення ступеню впливу того чи іншого чинника на стан водойми та гідробіонтів що мешкають у досліджуваній водоймі використовують модифікований індекс Майєра [26], цей метод використовує за основу макробезхребетні тварини, в основу методу закладено визначення ступеню забруднення водойми відповідно до розподіл у найбільш показових гідробіонтів біоіндикаторів Відповідно до методики гідробіонти біоіндикатори поділяються на три групи :

- А) макрофіти мешканці чистих водойм;
- Б) макрофіти мешканці помірно забруднених водойм;
- В) макрофіти мешканці забруднених водойм.

При оцінці стану водойм визначають кількісний склад кожної дослідної групи, та присвоюють бали, за кількістю отриманих балів визначають ступінь забруднення забруднення водойми та надають можливий прогноз (табл.2.1).

Таблиця 2.1.

Визначення якості водойми за макрозообентосом відповідно до індексу Майра

Види-індикатори	Кількість видів-індикаторів	Загальна кількість присутніх груп				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 і більше
Личинки веснянок	більше 1 виду	-	7	8	9	10
	лише 1 вид	-	6	7	8	9
Личинки одноденок ⁴	більше 1 виду	-	6	7	8	9
	лише 1 вид	-	5	6	7	8
Личинки волюхокрильців	більше 1 виду	-	5	6	7	8
	лише 1 вид	-	4	5	6	7
Бокоплави		3	4	5	6	7
Водяний віслючок		2	3	4	5	6
Олігохети і (або) личинки хірономід		1	2	3	4	-
Відсутні всі вищезгадані групи		-	1	2	-	-

Відповідно до кількості набраних балів водойми розподіляють:

- 1) Чисті водойми ≥ 25 балів, клас якості води 1-2, водойми придатні для ведення рибогосподарської діяльності
- 2) Водойми помірно забруднені 25-15 балів, клас якості води 3, відносно придатні для ведення водогосподарської діяльності, вибірково придатні для вирощування товарної риби та ракоподібних.
- 3) Водойми забруднені, ≤ 15 балів, клас якості води 4-5, водойми не придатні для ведення рибогосподарської діяльності.

Для визначення ступеню чистоти води за індексом Майєра використовують безхребетних, зокрема молюсків (рис.2.2).

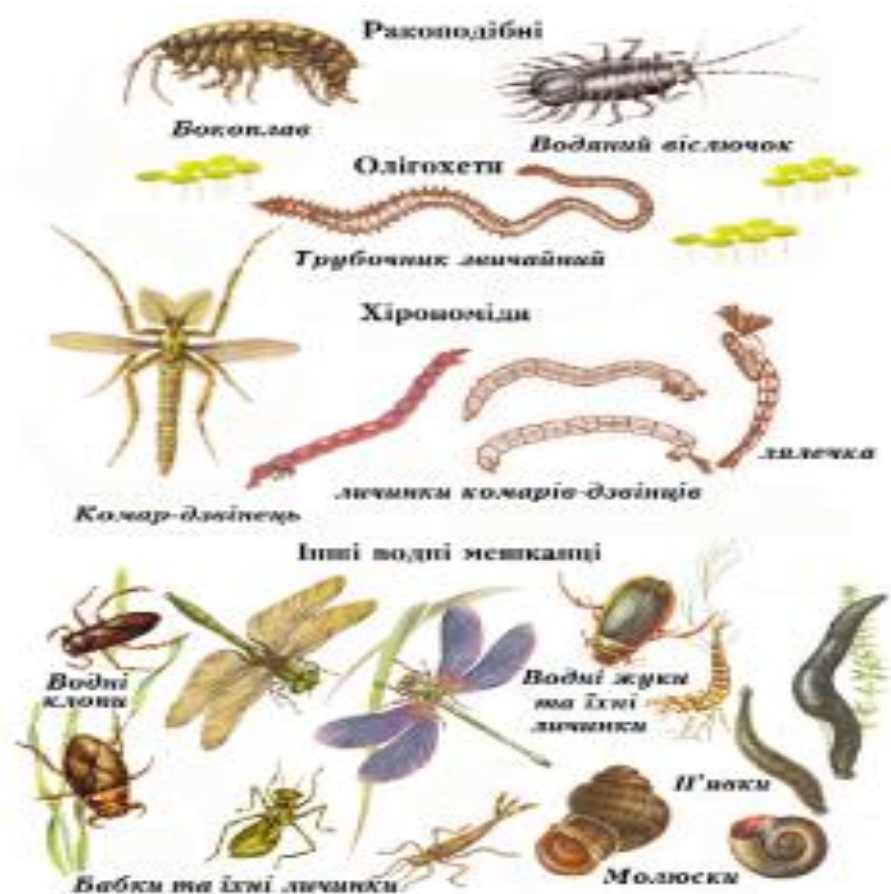


Рис 2.2. Тварини біоіндикатори стану водойм

Молюски відносяться до макробезхребетних (їх розмір перевищує 5 мм), вони ведуть активний спосіб життя у водоймах, це донні мешканці які переробляють рештки органічних речовин які потрапляють до водойм [25], вони є структурним елементом фітофільного біоценозу, розміри молюсків дозволяють проводити весь комплекс органомеритричних та інших досліджень.

Методика відбору проб макробезхребетних у водоймах. Відбір проводять донними черпаками об'ємом 3-5л. , відібрані зразки промивають за допомогою млинаруського сита з вічками діаметром 0,5-1мм. ,після промивання отримані зразки викладають у ємкість білого кольору, після чого проводять розрахунки та органолептичні оцінки стану зоомакробентосу, отримані дані заносять до бланку ведення обліку макробезхребетних (табл.2.2).

Таблиця 2.2.

Бланк обліку макробезхребетних для визначення індекса Майєра

Групи організмів	Кількість видів	Перелік видів, якщо визначені
<i>Групи, на наявність яких слід звернути особливу увагу</i>		
Личинки веснянок		
Личинки одноденок		
Личинки волохокрильців		
Ракоподібні – бокоплави (гамариди)		
Ракоподібні – водяний віслючок		
Личинки комарів-дзвінців (хірономіди)		
Малощетинкові черви (трубочник)		
<i>Інші важливі групи</i>		
Личинки сітчастокрилих		
Личинки інших двокрилих		
Жуки імаго (дорослі форми)		
Личинки жуків		
Напівтвердокрилі (водні клопи)		
Водні кліщі		
Водні павуки		
Ракоподібні		
Молюски – двостулкові		
Молюски – черевоногі		
П'явки		
Кільчасті черви		
Малощетинкові черви		
Губки		
Інші		
Разом		

Після кількісного обрахунку визначають індекс Майєра.

Проведення фізико-хімічних досліджень стану водойми підлягають загальноприйнятим методикам, так температура води визначається за допомогою термометрів безпосередньо у водоймі на пробних та моніторингових точках, кислотність води визначають за допомогою кислотно-

основних індикаторів : речовин барвників колір яких змінюється залежно від ступеню кислотності, жорсткість води визначається аналогічно за допомогою індикаторних стрічок. Визначення кількісних показників кисню у воді проводять за допомогою оксиметра, який надає результати в умовних одиницях: мг/л води.

Висновки до розділу 2: проведення досліджень за обраною темою відбувалось впродовж 2023-2024р., для проведення досліджень було обрано класичні фізико-хімічні методи досліджень, для проведення біоіндикаційних дослідів було обрано модифікований індекс Майєра. Всі отримані результати підлягали статистичній та аналітичній обробці.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Біологічна характеристика молюска річкова лунка *Theodoxus fluviatilis* L.

Ведення рибного господарства у водоймах залежить від чистоти та якості води, для проведення досліджень нами було обрано моніторингові точки для відбору проб та спостережень, локальне місце розташування: русло річки Случ нижче за течією від м. Звягель, для населеного пункту річка відіграє важливе господарське значення оскільки є джерелом питної води для населення (рис 3.1)

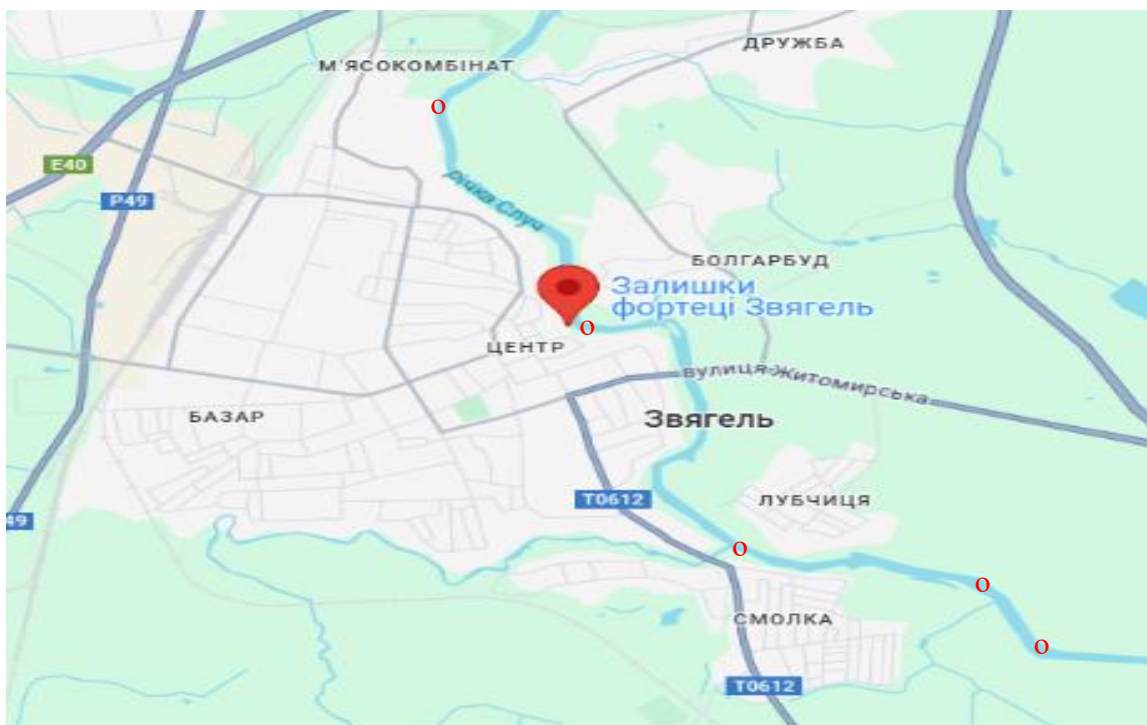


Рис.3.1 Розташування моніторингових точок проведення досліджень

Моніторингові точки розташовані 1 в районі М'ясокомбінату м. Звягель, в центральній частині міста 2-га, 3-тя та 4-та моніторингові точки в мікрорайоні Смолка, 5-та моніторингова точка нижче по руслу річки Случ за межами Звягеля.

Об'єкт досліджень лунка річкова *Theodoxus fluviatilis* L. аборигенний молюск для багатьох рік України, вона є одним з найчутливіших індикаторів. Молюск має мушлю розміром 4,5 -6,5см. за довжиною, у висоту мушля досягає 9 - 12 мм., зазвичай колір черепашки залежить від умов існування та варіює у

широкому діапазоні від світлосірого до чорного, має перехідні відтінки та кольори, по мушлі хаотично розкидані білі плями що утворюють сітчастий або посмугований візерунок. Тулуб лунки річкової має блідо-жовте забарвлення у мушлі темну попередню частину і підошву, щупальця довгі добре розвинені (рис. 3.2.).



Рис. 3.2. Загальний вигляд молюска річкова лунка *Theodoxus fluviatilis* L.

Лунка річкова *Theodoxus fluviatilis* L. одностатевий молюск, розмноження відбувається в теплий період року яйця відкладаються на камінні або на мушлях інших равликів, мешкає в чистих водоймах придатних до ведення рибного господарства, при зміні умов існування активно реагує органометричними змінами черепашки та тулуба.

Відбір зразків молюсків проводився на моніторингових точках навесні, влітку та восени у 5-ти кратній повторності, у відібраних зразках відокремлювали молюсків лунки річкової від інших гідробіонтів та проводили вивчення стану мушлі і черевця.

Згідно отриманих даних вода у р. Случ на початку 2024 року була відно прозорою без видимих домішок, світло жовтого кольору, температура води коливалась в межах 9-12 °С, вміст сполук азоту коливався в межах від 0,2 до 0,32 для NH_4^+ мг /дм³ що є незначним для даного показника, для NO_3^- , в межах 0,25-0,31 мг /дм³ що також свідчить про відсутність органічних сполук у воді,

водночас рівень вмісту сполук заліза від 0,60 до 0,9 мг /дм³, це доволі високий показник для водойм з рухомою течією.

Таблиця 3.1

Деякі фізико-хімічні показники води на моніторингових точках

р. Случ (березень 2024 року)

№ П/П	NH ₄ ⁺ мг дм ³	NO ⁻ , мг дм ³	NO ₃ ⁻ , мг дм ³	Т, °С	РН, кислотність	O ₂ мгO ₂ /дм ³ .	Fe _{общ} , мг/дм ³
1	0,24	0,02	0,25	9	6,2	15	0,6
2	0,26	0,4	0,33	10	6,2	14	0,7
3	0,28	0,6	0,26	12	6,0	14	0,8
4	0,30	0,6	0,29	12	6,0	13	0,9
5	0,32	0,6	0,31	12	6,0	13	0,9

Станом на першу декаду березня 2024 року стан води у р. Случ задовільний, для гідробіонтів наступає період активізації після зими. У відібраних зразках молюск Лунка річкова *Theodoxus fluviatilis* L. знаходиться в анабіозі, на 1 моніторинговій точці – М'ясокомбінат виявлені поодинокі активні молюски що пов'язано з підвищенням температури води із-за теплових скидів до річки.

Моніторингові точки 4 та 5 відзначаються зменшенням вмісту кисню у воді та підвищенням кислотності водного середовища рН 6,0, що спричинено скидами вод Комунальним господарством м. Звягель, у районах Лубчиця та Смолка відмічається підвищення всіх антропогенно спричинених показників.

Повторний забір проб води проводився у червні та серпні 2024 року, відповідно до отриманих даних (табл. 3.2), органолептичні показники у червні

дещо змінені з'явилися видимі домішки (завислі рештки) вода набула жовтого кольору, з'явився ледь відчутний запах, змінились фізико-хімічні показники води на моніторингових точках (табл.3.2), стан в червні погіршився зросла кислотність та вміст азотних речовин, що пов'язано з активізацією процесів життєдіяльності тварин мешканців активним ростом рослин р. Случ.

Таблиця 3.2.

**Деякі фізико-хімічні показники води на моніторингових точках
р. Случ (червень - серпень 2024 року)**

№ п/п	NH ₄ ⁺ мг/ дм ³	NO ⁻ , мг дм ³	NO ₃ ⁻ , мг дм ³	T, °C	PH, кислотність	O ₂ мгO ₂ /дм ³ .	Fe _{общ} , мг/дм ³
I декада червень 2024 р.							
1	0,33	0,4	0,5	18	6,0	14	0,7
2	0,37	0,6	0,6	19	6,0	13	0,8
3	0,42	0,8	0,6	22	5,8	12	0,9
4	0,45	0,9	0,7	22	5,8	12	0,9
5	0,45	0,9	0,7	22	5,8	12	0,9
I декада серпень 2024 р.							
1	0,47	0,6	0,6	23	6,0	12	0,8
2	0,50	0,8	0,8	26	6,0	11	0,9
3	0,56	1,0	0,8	27	5,8	11	1,0
4	0,62	1,0	0,9	27	5,8	11	1,1
5	0,62	1,0	0,9	27	5,8	11	1,1

Згідно отриманих даних в літні місяці мала місце тенденція до зростання вмісту органічних речовин у водному середовищі р. Случ, так вміст NH₄⁺ зріс в середньому на 0,2 мг/ дм³, що є в свою чергу каталізатором активного росту синьо-зелених та евгленових водоростей, відповідно знизився вміст кисню у воді, водночас на пробній площі №1 вміст кисню був дещо більший на початку весни та впродовж літніх місяців, зниження кисню у воді може бути спричинено двома факторами «цвітінням» викликаним ростом водоростей та

антропогенним чинником. Температурний режим водного середовища відповідав середньорічному зростанню температури, водночас різниця між крайніми моніторинговими точками сягала 4 °С, що іє істотною різницею для безхребетних мешканців водойм.

Таблиця 3.3

Деякі фізико-хімічні показники води на моніторингових точках

р. Случ (жовтень 2024 року)

№ п/п	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Т, °С	РН, Кислотність	O ₂ мг/дм ³	Fe _{общ} , мг/дм ³
1	0,49	0,6	0,6	12	6,0	11	0,7
2	0,52	0,7	0,6	12	6,0	12	0,8
3	0,61	0,8	0,6	16	6,0	10	1,0
4	0,65	0,8	0,8	16	6,0	11	1,0
5	0,65	0,8	0,8	16	6,1	11	1,0

При вивченні фізико-хімічних показників водного середовища р. Случ у жовтні 2024 року істотних коливань за хімічними показниками не виявлено, відбулися зміни лише температурного режиму води що відповідає природним сезонним коливанням, високий вміст амонійних іонів, загального заліза та органічних речовин спричинено скидами комунальних підприємств м. Звягель у річку Случ, що в свою чергу спричиняло зміни в популяційній структурі фітопланктону, вищих рослин, та змінювало структуру тваринних популяцій. Для запобігання в подальшому такої тенденції необхідно проводити очищення побутових стоків Комунальним підприємством Звягельської міської ради «Звягельводоканал» до нормативних показників, нами пропонується до використання багато ступенева система очищення побутових стоків – біоплато.

Висновки до підрозділу: зміни фізико-хімічних показників води у річці Случ відбувались у бік збільшення від 1 до 5 моніторингової точки.

3.2. Проведення біоіндикації стану вод р. Случ за допомогою молюска лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.)

Етологічні та фізичні реакції лунки річкової (*Theodoxus fluviatilis* L.) на зміни водного середовища проводились на всіх 5 точках спостереження. Найменші рівні забрудненими за фізико-хімічними показниками були на пробних площах №1 та №2 які знаходяться вище від інших по руслу на початку північних меж міста Звягель, найбільший рівень забруднення вод у Случі виявлено на 4 та 5 моніторингових точках що знаходяться нижче за течією південної межі міста, відібрані навесні і стану спокою молюски лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) виходили зі стану зимового спокою (рис.3.3).



Рис.3.3. Молюск лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) березень 2024 р.

Морфометричні показники висота, ширина та довжина панцерів (раковини) у 65% відібраних екземплярів складала: висота 4,5- 5,0см, ширина 4-6см, довжина 5-7 см., істотної різниці за розмірами раковини виявлено не було, будова ноги у 92% досліджуваних молюсків була ідентичного світложовтого забарвлення з білою подошвою.

Проведений аналіз накопичення біомаси молюсків виявив що на пробній точці №1 середня маса особин сягала 30гр., на пробних точках №4 та №5 середня маса становила 40гр. що в'язано із температурними відміностями так в більш теплих умовах маса молюсків більша на 25%. Чисельність екземплярів в популяції відібраних навесні 2024 року мала істотні відміності, так на пробній

точці №1 чисельність сягала 14 екз/м² , кількість відібрани екзмплярів на пробі №2 становила 16 екз/м² , на пробі №3 16 екз/м², на пробі №4 23 екз/м², на пробі №5 28 екз/м², що свідчить про кількісне збільшення особин популяції в місцях з підвищеною температурою середовища існування.

Відібрані у червні та серпні молюски мали подібні морфометричні параметри до молюсків відібраних навесні, водночас в зразках була виявлена велика кількість молодих особин лунки річкової (*Theodoxus fluviatilis* L.), влчтку була виявлена істотна різниця між морфометричними показниками молюсків відібраних на протилежних моніторингових точках, так молюски на №1 пробній точці мали менші морфометричні параметри ніж молюски відібрані з пробної точки №5 (рис. 3.4.)

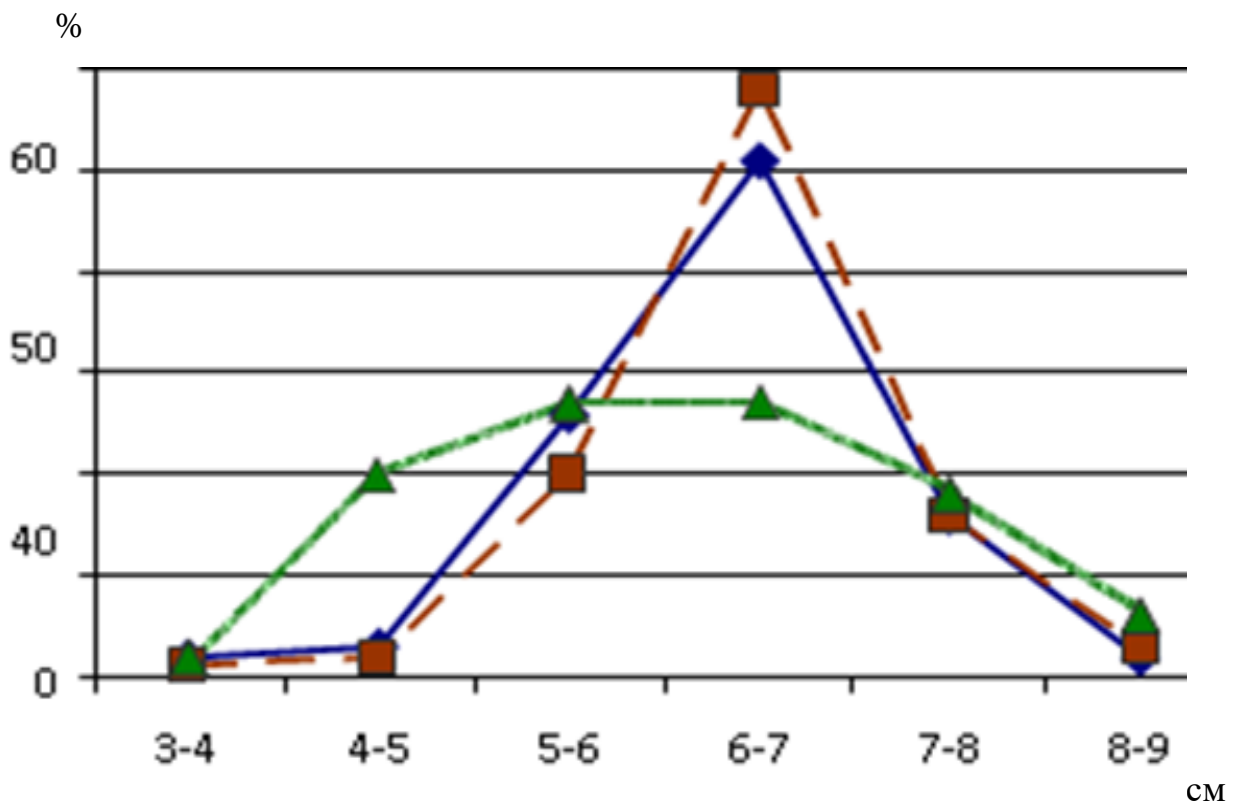


Рис. 3.4. Морфометричні показники мушель лунки річкової р. Случ 2024р. літо

Відповідно маса молюсків в умовах пробної точки №1 (наближених до природніх) була менше ніж у молюсків відібраних на пробній площі №5 (табл.3.4.) що пов'язано з нижчими температурними параметрами та меншими показниками вмісту органічних речовин в водному середовищі, також на всі

показники біомаси у популяції лунки річкової впливала вікова структура відібраних екземплярів, велика кількість молодих особин мала значно меншу масу ніж дорослі статевозріла екземпляри, різниця у вазі сягала 80%.

Відповідно до отриманих результатів зростання популяції молюсків відбувається в прямій залежності від температури середовища існування коефіцієнт кореляції склав 0,53.

Таблиця 3.4

Чисельність та біомаса молюсків лунка річкова р. Случ м. Звягель

Точки спореження	Дата	Чисельність экз/м ²	Біомаса г/м ²	t°С
1	червень	19	370	18
2	червень	21	423	19
3	червень	29	482	22
4	червень	32	637	22
5	червень	34	656	22
1	серпень	22	397	23
2	серпень	26	493	26
3	серпень	33	611	27
4	серпень	37	682	27
5	серпень	39	744	27

Восени загальні тенденції виявлені навесні та влітку 2024 року зберігались на всіх моніторингових точках, у зразків відібраних на пробних площах зросла маса та біомаса на м² відповідно, що пов'язано із досягненням статевої зрілості молюсків що зростали на пробних площах.

Також вивчався вплив кислотності та твердості води у р. Случ на стан мушель лунки річкової, при обстеженні були виявлені ушкодження мушель у молюсків які перебували в умовах підвищеної кислотності води (табл.3.5), на пробних точках №4 та №5 в червні місяці $\geq 50\%$ мушель мали ушкодження в умовах підвищеної кислотності та твердості води, у серпні цей показник зріс на 10% і становив $\geq 60\%$ на цих пробних точках.

Показники ураження лунки річкової в жорстких екологічних умовах

Точки спореження	Дата	Частота зустрічаємості ушкодження мушель, %	Кислотність, рН	Твердість води
				(моль/м ³)
1	червень	8	6,0	5
2	червень	12	6,0	5
3	червень	29	5,8	8
4	червень	51	5,8	10
5	червень	53	5,8	10
1	серпень	11	6,0	5
2	серпень	14	6,0	5
3	серпень	34	5,8	9
4	серпень	62	5,8	11
5	серпень	63	5,8	11

Ураженість мушель є одним із біоіндикаційних показників реакцій молюсків на зміни середовища свого існування, ушкодження мушель в кислому середовищі призводи до явища прободіння (утворення отвору) шляхом розчинення мушлі з подальшою загибеллю молюска, у поєднанні з підвищеною твердістю води цей процес пришвидшується адже відбуваються пошкодження обмінних процесів у молюсків.

Екземпляри з ушкодженням понад 30% поверхні мушлі гинули. Підвищення кислотності водного середовища на моніторингових точках №4 та №5 пов'язано із скиданням недоочищених вод Комунальним підприємством Звягельської міської ради «Звягельводоканал» та несанкціонованою господарською діяльністю у приватному секторі вздовж берегів р.Случ у місті Звягель.

На нашу думку явище підвищеної швидкості розмноження молюсків лунки річкової (*Theodoxus fluviatilis* L.) в умовах підвищеної температури,

кислотності та жорсткості води пов'язано із внутрішніми механізмами збереження виду, тому молюски розмножувались у більшій кількості на пробних точках №4 та №5 ніж на інших.



Рис.3.5. Ушкоджені мушлі лунки річкової (*Theodoxus fluviatilis* L.)

Зміни фізико-хімічних умов води у р.Случ негативно позначаються на гідробіонтах та призводять до загибелі мешканців ріки та зменшують успішність ведення рибогосподарської діяльності.

Висновки до розділу 3: проведені дослідження дозволяють широко використовувати отримані результати, адже в процесі досліджень доведено що молюск лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) є біологічним індикатором стану водойм, який реагує на зміни фізико-хімічних показників води. Використання молюска лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) дозволяє оцінювати температурний режим, рівень кислотності та твердості води р. Случ.

ВИСНОВКИ

1. Біоіндикація сучасний метод визначення сучасного стану водойми що базується на використанні живих фіто та зоо біоіндикаторів. За допомогою біоіндикації можливо визначати причини виникнення тих чи інших явищ та надавати прогностичні оцінки розвитку ситуації в подальшому, розробляти рекомендації щодо запобігання негативного впливу, пропонувати заходи для поліпшення умов ведення рибогосподарської діяльності.
2. Фізико-хімічні показники води у р. Случ коливались впродовж вегетаційного періоду, на початку весни 2024 вода у р. Случ прозорою без видимих домішок, світло жовтого кольору, температура 14-12°C, вміст NH_4^+ 0,2 - 0,32 мг /дм³, NO_3 0,25-0,31 мг /дм³, сполук заліза від 0,60 до 0,9 мг /дм³. Відповідно до влітні місяці вміст NH_4^+ на кожній пробній площі зріс на 0,2 мг/ дм³, розпочався процес «цвітіння» води, різниця в середній температурі води між крайніми моніторинговими точками сягала 4 °С, що є істотною різницею для гідробіонтів. у жовтні 2024 року істотних коливань за хімічними показниками не виявлено.
3. Морфометричні показники моллюсків лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) відібраних навесні 2024 р. у 65% наступні: висота 4,5- 5,0см, ширина 4-6см, довжина 5-7 см., будова ноги семитрична світло-жовтого забарвлення з білою подошвою у 92% відібраних екземплярів. Чисельність екземплярів моллюсків лунка річкова (*Theodoxus fluviatilis* L.) у березні 2024 року мала пряму залежність від температури води, коефіцієнт кореляції склав 0,62.
4. У червні та серпні відмічено зростання біомаси популяції лунки річкової що пов'язано з появою великої кількості молодих особин, кількісне збільшення популяції моллюсків відбувається в прямій залежності від температури середовища існування коефіцієнт кореляції склав 0,53.
5. Молюски лунки річкової (*Theodoxus fluviatilis* L.) реагували на підвищення кислотності води на початку літа $\geq 50\%$ мушель на пробних площах №4 №5 мали ушкодження, у серпні понад 60% моллюсків мали ушкодження мушель на цих пробних точках, що є прямою біоіндикаційною реакцією моллюсків на зміни у середовищі існування.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендуємо для стабілізації стану води у річці Случ на ділянці що витікає з м. Звягель проводити очищення побутових стоків Комунальним підприємством Звягельської міської ради «Звягельводоканал» відповідно нормативних показників зокрема кислотності води. Регулювати температуру скидів у річку для запобігання підвищення температурного режиму водного середовища та негативного впливу на екосистеми р. случ. Для проведення цих заходів нами пропонується використовувати багато ступеневу систему очистки побутових стоків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баканов А. І. Використання зообентоса для моніторингу прісноводних водойм біологія внутр. вод. - 2000. - № 1. - С. 68-82. *Методика екологічної ОЦІНКИ якості поверхнево вод за відповіднімі категоріямі [Текст] / В. Д. Романенко [та ін.] ; ред. В. Я. Шевчук. - К. : Символ-Т, 1998. - 28 с.*
2. *Водна рамковий Директива ЄС 2000/60 / ЄС (основні Терміни та їх визначення).* - К., 2006. - 240 с.
3. *Діректива СЕО 2001/42 ЄС. [The European Union. Directive 2001/42 / EC of the European Parliament and of the Council on the Assesment of the Effects of Certain Plans and Programmes on the Environment. Rev. 3].* - 2001. - 32 p.
4. *Інституційні аспекти управління процесом апроксимації законодавства України до права ЄС.* Київ, 2013. Режим доступу <http://www.menr.gov.ua/media/files/adapt%20zakon/Institutional%20Aspects.pdf>.
5. *Методика оцінки екологічних ризиків, що виникають при впливі джерел забруднення на водні об'єкти Програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра (Білорусь-Росія-Україна).* - Київ: АйБі, 2004. - 59 с. : Табл. - Библиогр. : с. 22. - ISBN 966-95538-5-7.
6. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод Інститут гідробіології НАН України.* - К.: Логос, 2006. - 408 с. : рис. - ISBN 966-581- 783
7. *Спосіб визначення екологічного стану водойм Укр. Держ. Патент. 2008.* - Ser. МПК (2009) G01N 33/18, № а200806287 від 27.10.2009 №12467 / 1 / Відомості ДДІВ, бюл. № 1.- 11.01.2010 р.
8. *Тимчасові методичні вказівки по комплексній оцінці якості поверхневих і морських вод за гідрохімічними показниками.* - М., 1986. - 5 с.
9. *Методологія порівняння комплексних показників якості води Економічні, технічні та організаційні основи охорони вод: Зб. наук. праць ВНДІВіВ.* - Харків, 1986. - С. 3-8.
10. *Комплексні оцінки якості поверхневих вод та ін.* - Л. : Гидрометеоздат, 1984. - 138 с.

11. ДБН А.2.2.-1-2003 Проектування. Склад и Зміст матеріалів впливів на Навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні и будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування. Держбуд України. - К., 2004. Режим доступу: <http://dbn.at.ua>.
12. ГОСТ 17.1.2.04-77 Показники стану і правила таксації рибогосподарських водних об'єктів. - 62 с.
13. Екологічна оцінка сучасного стану поверхнево вод України (методичні аспекти) Укр. географ. журн. - 2006. - № 3. - С. 3-11.
14. Недзельський П.Р. Використання рослин та тварин як біоіндикаторів *Студ. наук.-практ. конф. «Технології. Наука. Практика»*: збірка наук праць. тези доп. 28.11.2024р., /Житомир –С
15. Романенко В. Д. Биоиндикация екологічного стану водойм в межах м. Києва Гідробіол. журн. - 2020.- Т. 46, № 2. - С. 3-24.
16. Матвеев А.В. Оцінка впливу на навколишнє середовище і екологічна експертиза: Навчальний посібник - СПб. : ГУАП, 2004. - 104 с.
17. https://www.nescu.org.ua/wp-content/uploads/bioindikacia_2011.pdfSchladow S.G. Lake destratification by bubble plume systems: A design methodology / SG Schladow. - ASCE J. Hyd. Eng. - 2015. - Vol. 119 (3). - P. 350-368.
18. Multikriterialm posuzovani investiinich zamera. - Praha: SNTL ALFA, 2017. - 334 p.
19. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view Erg. Limnol. - 2018. - Vol. 7. - P. 1-218.
20. Toetz D.W. Effects of whole lake mixing on water quality and phytoplankton / - Water Res. - 1981. - Vol. 15. - P. 1205-1210.
21. Robinson KM Localized destratification at Lake Texoma ASCE. J. Environ. Engng. Div. - 2015. - Vol. 108 (4). - P. 739-749.
22. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Осевой насос](https://ru.wikipedia.org/wiki/Осевой_насос).
23. Stephens R. Reservoir Destratification via Mechanical Mixers / R. Stephens, J. Imberger // ASCE J. Hydraul. Eng. - 2016. - Vol. 119 (4). - P. 438-457.

24. Gunnel S. Effect of acclimatization and physiological state on the tolerance to high temperatures and reaction to desiccation of *Theodoxus fluviatilis* and *Lymnea peregra* - *Oikos*. - 2014. - P. 50-56.
25. Bandel K. The history of *Theodoxus* and *Neritinae* connected with description and systematic evaluation of related *Neritimorpha* (Gastropoda) *Matt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg*. - Hamburg, 2011. - Heft 85. - S. 65-164.
26. Brett GR Some Principles in the Thermal Requirement of Fishes *Quarterly Rev. Biol.* - 2018 - Vol. 31 (2). - P. 75-87.
27. Afanasyev S. Testing of methodology for assessment of ecological risks, occur under pollution of water bodies of Ukraine / *Abstracts 2019* - Vol. 21 (2). - P. 46-49
28. Romanenko V.D. Appraisal of methodology of ecological risks assessment arising from pollution of the rivers of the Ukraine Ed. by J. A. A. Jones, T. G. Vardanian, C. Hakopian. - Dordrecht: Springer, 2009. - P. 323-332.
29. Aviles G. J. Aplicacion de los metodos biologicos para la determinacion de la calidad de las aguas en los rios *Ing. civ.* - 1992. - N 86 - P. 125-130.
30. Chaphekar SB An overview on bioindicators *J. Environ. Biol.* - 1991. - Vol. 12, Spec.Numb. - P. 163-168.
31. <https://uk.wikipedia.org/wiki/BE%D0%B2%D0%B0>
32. http://www.pip-mollusca.org/ru/page/phg/freshwater/sp/Theodoxus_fluviatilis.php
33. https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/Theodoxus_fluviatilis.html
34. <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/17220/contents>
35. <https://www.youtube.com/watch?v=ovFxBNgFjEa0>
36. http://nzdpm.smnh.org/tom/34/t34_full.pdf
37. <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/5374/1/%D0%9C%D0%B5%D0%B%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F-18%26.pdf>
38. <https://nuos.edu.ua/wp-content/uploads/2023/09/Materiali-konferencii-ISO-2023.pdf>
39. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19655.pdf>
40. <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BD%D1%8E%D0%BA.pdf>

ДОДАТКИ