**Лекція 3.. БІОЛОГІЧНА ІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ ВОДОЙМ**

1. Якість води і методи її оцінки

2. Макрофіти – біоіндикатори

3. Визначення екологічного стану водойм і якості води за складом водяних макробезхребетних

4. Характеристика окремих видів гідробіонтів та їх індикаторна здатність

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Курілов О.В. Гідробіологія: конспект лекцій. Ч. І. – Одеса, 2008. – 129 с.
2. Уваєва О.І., Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О. Гідробіологія: навчальний посібник. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 196 с.
3. Хижняк М.І., Євтушенко М.Ю. Гідробіологія (частина 1). – К.: Центр учбової літератури, 2018. – 461 с.

Посилання на відеоконференцію  <https://meet.google.com/eff-bnhi-hfc>

**1. Якість води і методи її оцінки**

***Якість води*** – це характеристика, яка визначає придат­ність води для конкретного способу її використання у житті людини і господарської діяльності. Залежно від галузі (мети) використання, вимоги, що висувають до якості води, можуть бути різними і базуються, насамперед, на якісному і кількіс­ному складі речовин, що містяться у воді. Існують нормативні документи, за якими оцінюється придатність води для різних цілей: централізованого комунально-питного водопостачання, технічного водопостачання, рекреації, рибного господарства, зрошення та ін. (Мальцев, Карпова, Зуб, 2011).

Якість води прийнято умовно розділяти на кілька класів, яким властиві певні характеристики. Для зручності, кожен клас отримав певний колір позначення на карті якості води. Зазви­чай, після визначення класу якості води, ділянку водойми, яку досліджували, на картах чи схемах позначають відповідним ко­льором, що дозволяє наочно проілюструвати ступінь її за­бруднення. На сьогодні є багато класифікацій якості води, нижче наведено одну з них з 5-ма класами.

1. клас якості води – дуже чиста (колір на картах якості води – блакитний). Вода, що відповідає даному класу, містить незначну концентрацію біогенних елементів, добре насичена киснем, прозора і холодна. У водоймах серед водяних рослин трапляються здебільшого водяні мохи і харові водорості, які в озерах можуть поширюватися до глибини 8–10 м; серед дон­них безхребетних тварин – види, надзвичайно чутливі до забруднення і вибагливі до високого вмісту кисню (веснянки, одноденки, деякі види волохокрильців). Вода подібної якості в Україні, зазвичай, буває лише у гірських річках і озерах, там, де вплив людини на природу ще порівняно невеликий.
2. клас якості води – чиста (колір на картах якості во­ди – зелений). У воді даного класу збільшується кількість біогенних елементів, через що у водоймі спостерігається висо­ке видове різноманіття водоростей, молюсків, ракоподібних, личинок комах. Водяні рослини тут також різноманітні, домінують угруповання занурених рослин, зарості яких розповсюджені на значній площі. Вода такої якості властива при­родним водоймам, у які не потрапляють стоки комунальних підприємств, промислових об'єктів і сільськогосподарських комплексів.
3. клас якості води – забруднена (колір на картах якості води – жовтий). У таких водах відмічається збільшений вміст біогенних елементів, органічної речовини, внаслідок чого збільшується біопродуктивність водойми. Це проявляється у посилено­му розвитку різноманітних водяних рослин і виникненні та­кого явища, як «цвітіння» води через масовий розвиток у ній мікроскопічних водоростей. Загальна кількість видів рослин і тварин зменшується, але збільшується кількість і чисельність видів, здатних витримувати забруднення водного середовища. Серед донних безхребетних тварин характерними є легеневі молюски, п'явки, трапляються різноманітні планк­тонні ракоподібні (дафнії, циклопи), водяні клопи, жуки, личинки бабок. Води III класу якості характерні для озер і річок, у які у невеликій кількості потрапляють комунальні сто­ки і стоки тваринницьких ферм, цукрових заводів та ін.
4. клас якості води – брудна (колір на картах якості во­ди – оранжевий). Це води дуже замулених водойм з поганим кисневим режимом, явищами задухи і надзвичайно низькою прозорістю води. Накопичення органічної речовини у донних відкладах супроводжується утворенням метану і сірководню, які вчинять токсичну дію на риб і безхребетних. Біорізноманіття водяних організмів низьке, серед донних безхребетних наявні здебільшого личинки комарів-дзвінців і малощетинкові черви (олігохети). Лише деякі види водяних рослин здатні ви­тримувати такі несприятливі екологічні умови. При цьому вони можуть досягати значної чисельності і біомаси (наприклад, ряска). Вода подібної якості спостерігається у водоймах, до яких регулярно і у знач­ній кількості потрапляють промислово-комунальні стічні води або стоки сільськогосподарських підприємств.

V клас якості води – дуже брудна (колір на картах якості води – червоний). Визначається у водоймах, де концентрація розчиненого кисню вкрай низька (менше 10%), відбуваються процеси гниття, а у донних відкладах наявна висока концен­трація сірководню. Для водойм із водою такої якості характер­на дуже низька біологічна продуктивність, водяні рослини і донні макробезхребетні, зазвичай, відсутні або трапляються зрідка. Значного розвитку тут набувають лише певні види мікроорганізмів і найпростіших.

*Методи оцінки якості води*

Оцінка якості води є ключовим завданням будь-яких захо­дів у галузі водокористування, раціонального природокорис­тування і проведення природоохоронних дій у водоймах. Якість води оцінюють за широким спектром показників – фізико-хімічних (гідрохімічних, гідрофізичних, гідрологіч­них) і біологічних (гідробіологічних, бактеріологічних).

Застосування фізико-хімічних методів передбачає визначення абіотичних чинників: температури, прозорості води, кон­центрації завислих речовин, іонного складу, мінералізації, концентрації біогенних елементів, органічної речовини, розчинено­го у воді кисню, різноманітних токсикантів, показника рН та ін. Традиційно якість води визначається хімічними методами. Для цього на кількох ділянках водойми відбирають проби води, які потім детально аналізують у спеціально обладнаних лабора­торіях. Для визначення хімічного складу води, виявлення у ній забруднюючих речовин використовують різноманітні реактиви і прилади. За їх допомогою можна отримати точні данні про забруднювачі та їх концентрацію. Але такі підходи до визна­чення якості води мають свої недоліки, а саме:

* за невеликої концентрації речовин складно точно оцінити, наскільки вони шкідливі для гідробіонтів і людини;
* методи не враховують можливої взаємодії забруднюю­чих речовин, за якої токсичність їх збільшується;
* можна оцінити якість води лише на момент відбору проби, але вони не дозволяють виявити аварійні скиди, що могли відбуватися у водоймі у минулому.

Крім того, ці методики потребують значних матеріальних витрат і часу, вони досить складні, їх можуть виконувати лише спеціалісти високої кваліфікації.

Біологічні методи оцінки якості води базуються на ро­зумінні того, що абіотичні здатності води визначають спектр видів, здатних тут мешкати. Знаючи умови, за яких розвива­ються ті чи інші види водяних рослин і тварин, за складом біоти у водоймі можна, відповідно, визначити її екологічний стан. Під біологічною оцінкою якості води розуміють систематичне використання біологічних відповідей на зміни характеристик довкілля, тобто на зміни стану екосистеми. Біологічні методи ґрунтуються на дослідженні кількісного і якісного складу населення водойми (бактерій, рослин, тва­рин) і змін, що відбуваються в їх угрупованнях. Склад водяних організмів різних водойм, а, іноді, і різних ділянок однієї водойми неоднаковий і визначається особливостями середовища, яке їх оточує. Кожен вид потребує для свого існування певних умов і не здатен набути розквіту там, де їх не­ма. Тому найкращими приладами, за якими можна оцінити якість водного середовища, є самі мешканці водойми.

Біологічні методи оцінки якості води мають низку переваг перед хімічними і фізичними, оскільки угруповання живих організмів відображають усі зміни водного середовища, одночасно реагуючи на комплекс різноманітних природних і антропогенних чинників, зокрема і забруднювачів. Оцінка ступеня забруднення водойми за складом населення дозволяє швидко визначити її санітарний стан, трофічний статус, ступінь і тип забруднення, шляхи його поширення у во­доймі. Метод біоіндикації дозволяє оцінити наслідки як постійного, так і залпового забруднення, оскільки відповідь біоти усереднює «ефект забруднення» у часі. І, зрештою, біо­логічні методи дозволяють оцінити спроможність та інтенсивність перебігу самоочищення у водоймі і віднов­лення екосистеми після дії забруднювача.

Головними перевагами біологічного методу оцінки якості води є:

* доступність процедур для широкого кола фахівців і активістів природоохоронного руху;
* низька вартість водночас із серйозною науковою обґрунтованістю;
* швидке отримання результатів;
* «м’якість» для довкілля;
* можливість виявити результати впливу попереднього чи довготривалого забруднення.

*Біологічні методи оцінки якості води*

Біологічні методи оцінки якості води, які використовують біологічні особливості видів і показники структури угрупо­вань біоти водойми, почали широко залучати до практики оцінки стану водойм лише у другій половині XX ст. Однак сьогодні вони широкого використовуються і швидко розви­ваються. Біологічна оцінка якості води природних водойм проводиться за допомогою різних методів, серед яких голо­вними є біотестування, біоіндикація і біомоніторинг.

Біотестування – процедура оцінки токсичності середо­вища за допомогою тест-об'єктів. У випадку оцінки якості води використовують реакцію певних видів живих організмів (або окремих органів, тканин чи клітин організму) на забруд­нення. До тест-організмів висувають певні вимоги: вони по­винні мати високу чутливість до токсичних речовин і легко розмножуватися у лабораторних умовах. Це можуть бути певні види найпростіших, плоских червів, молюсків, рако­подібних, одноклітинних водоростей і навіть деякі види ви­щих водяних рослин, однак найбільше інформації одержано з використанням гіллястовусих ракоподібних (насамперед дафній) як тест-об'єкту. Тест-функції, які реєструються під час біотестування, різноманітні. У водоростей – це інтенсивність фотосинтезу, вміст хлорофілу; у макрофітів – швидкість руху протоплазми; у інфузорій – швидкість руху тварини, частота биття війок; у гіллястовусих ракоподібних – ритм серцевих скоро­чень; у молюсків – реакція закривання черепашки.

Біотестування здійснюється кількома шляхами. Так, тест-об'єкт можна розмістити на визначений час у воду з відомою токсичною речовиною і за змінами у його організмі отримати уявлення про наслідки шкідливого впливу. Інший спосіб – з водойми відібрати пробу води, на визначений час заселити до неї тест-організм і визначити зміни у його поведінці, фізіологічних реакціях (здатність виживати, темпи розмно­ження, інтенсивність дихання, фотосинтезу та ін.) чи внутріш­ній будові органів, тканин і клітин. Такі експериментальні ме­тоди досить чутливі і спрямовані, насамперед, на визначення високотоксичних, сильно діючих хімічних речовин, що містяться у воді. Цей метод розроблений для оцінки якості во­ди, у якій немає свого живого населення, тому його широко за­стосовують для оцінки придатності водопровідної води, у якій у результаті очищення біота майже відсутня.

Біоіндикація – метод оцінки якості води і екологічного стану водойми за складом видів-індикаторів або структурни­ми показниками угруповань. Іншими словами, біоіндикація – це спосіб оцінки антропогенного навантаження за реакцією на нього живих організмів та їх угруповань. Даний підхід ба­зується на постулаті, що всі живі і неживі компоненти екосистеми тісно взаємопов'язані між собою, а, отже, екологічний стан водойми, забруднення і несприятливі якості води у ній позначається на організмах, які тут мешкають: види-індикатори з'являються або зникають, змінюється їх видове багатст­во (кількість видів), чисельність, рясність, продукційні показ­ники та ін. Метод можна використовувати для оцінки якості води у водоймах, що мають розвинену власну біоту. І якщо біотестування дозволяє вивчити наслідки впливу забруднення на рівні організму, тканини, клітини, то біоіндикація дозволяє оцінити результат дії забруднення на видовому, популяційному рівні, а також на рівні угруповань і екосистем. Біотестування дозво­ляє оцінити стан води, що аналізується, біоіндикація – стан екосистеми водойми.

Біомоніторинг. Для оцінки напрямку перебігу екологіч­них процесів у водоймі і розробки стратегії її оздоровлення необхідно проводити систематичні спостереження за її екологічним станом і станом якості води у ній, періодично визначаючи контрольні (індикаторні) показники. Терміном «моніторинг» (monitoring – контроль) визначають проведення заходів щодо безперервного спостереження, вимірювання і оцінки стану певного об'єкту. Біомоніторинг – це система періодичних спостережень за екологічним станом об'єкту використовуючи методи біоіндикації. Об'єктами біомоніторингу є біологічні системи і чинники, які впливають на них.

Комплексний підхід до проведення біомоніторингу (поєд­нання методів біоіндикації і біотестування, використання для спостереження об'єктів різного рівня організації – видів, популяцій, угруповань, екосистем) дозволяє відслідкувати направ­леність змін, які відбуваються у водоймі, оцінити її стійкість до впливу антропогенних чинників. Під час таких спостережень, насамперед, враховують зміни видового складу, а також чи­сельності окремих видів. Біомоніторинг дозволяє накопичувати відомості про стан екосистеми водойми, виявити причини змін, що у ній відбуваються і, як результат – розробити методи покращення її екологічного стану.

Біологічну індикацію широко використовують для оцінки ступеня забруднення довкілля, яке «усуває» з природних екологічних ніш нестійкі до чинників забруднення види рослин і тварин. Однак, за допомогою біоіндикації можна оцінити лише певний рівень якості води, її придатність до того чи іншого використання, але неможливо визначити концент­рацію окремого забруднювача, окремої хімічної речовини. Не­обхідно враховувати і те, що зміни видового складу гідробіон­тів і перебудова екосистеми при забрудненні відбуваються поступово (якщо не йдеться про одночасне залпове сильне забруднення, у результаті якого біота просто гине). Точність біологічних методів залежить від багатьох чинників і не завжди буває високою, однак, якщо проводити визначення якості води за ними регулярно (вести моніторинг протягом тривалого часу), то використання навіть найпростіших методів біоіндикації дозволяє визначити, в який бік (погіршення чи покращення) змінюється якість води. Ці методи дозволяють виявити результати довготривалого забруднення водойми, придатність водного середовища для життя того чи іншого гідробіонта і можливості використання води з певною метою.

Сьогодні розроблено і широко використовується ціла низ­ка підходів щодо біоіндикації якості води у природних водой­мах. Нижче наведено найпоширеніші з них.

*Біоіндикація за системою сапробності*

Сапробність (sapros – гниючий) – характеристика во­дойми, яка показує рівень її забруднення органічними речови­нами і продуктами їх розпаду.

Загальні принципи індикації ступеня забруднення водойм органічними речовинами за гідробіонтами розробили Р. Кольквітц і М. Марссон (1908), які запропонували поняття сапробності. У подальшому цей підхід був розвинутий у роботах Р. Пантле і Г. Букка (запровадили кількісний індекс сапроб­ності, *S*), М. Зелінкою і П. Марваном (поняття сапробної ва­лентності), X. Лібманном, В. Сладечеком (запропонували спи­ски водяних організмів – індикаторів сапробності).

Різним ступеням забруднення водойми характерні різні фізико-хімічні здатності і комплекси органічних речовин, що створюють для мешканців водойм певні умови існування (різні види водяних організмів виявляють неоднакову чутли­вість до вмісту у воді органічних речовин). Тому, якщо водой­ми від чистої до найзабрудненішої розділити на кілька класів, то для кожного із них можна визначити групу організмів, що адаптувалися до умов певного класу якості води. Такий підхід до визначення якості води отримав назву «Система сапробності». Під сапробіологічною характеристикою будь-яко­го виду розуміють його здатність мешкати у воді з відповідним рівнем органічного забруднення.

Система сапробності використовується для проведення моніторингу поверхневих вод і оцінки якості води. За ступе­нем забруднення органічними речовинами води розділяються на 4 зони сапробності: полі-, мезо- оліго- і ксеносапробні.

Полісапробна зона – вода найбрудніша і характери­зується низькою концентрацією кисню, що потрапляє до води здебільшого з атмосфери і повністю використовується на окислення. Тут інтенсивно відбуваються процеси розкладання орга­нічної речовини з утворенням сірководню, метану, вуглекислого газу. Характерний великий вміст нестійких органічних речовин і продуктів їх анаеробного розпаду. Видове багатство водяних мешканців збідніле, домінують види-полісапроби, здатні вит­римувати високий рівень забруднення – бактерії (особливо кишкова паличка), інфузорії, олігохети, личинки деяких мух, гриби, актиноміцети, деякі види водоростей. Гідробіонти, які живуть у забруднених органічними речовинами водах і беруть участь у розкладанні останніх, є важливим ланцюгом у біологічному колообігу речовин і енергії. Води такої якості форму­ються у річках і озерах, до яких безпосередньо і постійно по­трапляють у великій кількості стоки комунально-промислових, сільськогосподарських виробництв.

У мезосапробних водах ступінь забруднення дещо менший, залежно від його рівня вони поділяються на альфа- і бета-мезосапробні. У ***α***-мезосапробній зоні починається аеробний розпад органічних речовин з утворенням метану, міститься багато вільної вуглекислоти і мало кисню. Серед водяних організмів домінують ті, що адаптовані до дефіциту кисню, високого вмісту вуглекислоти і здатні витримувати забруднення середо­вища: бактерії, гриби, інфузорії, олігохети, трапляються лише окремі види ракоподібних (зокрема водяний віслючок), личин­ки двокрилих. Під час самоочищення у таких водах активну участь беруть водорості. Вода, що відноситься до цієї зони сапробності, характерна водоймам, до яких потрапляє значна кількість стічних вод, а також заболоченим природним водой­мам. У ***ß***-мезосапробних водах відмічається незначна кількість нестійких органічних речовин, що розклалися до окислених про­дуктів. Їм характерна менша кількість амонійного і нітритного нітрогену, сірководню, домінують нітрати. Розчиненого у воді кис­ню, зазвичай, багато, іноді спостерігається його перенасичення (у світлий період доби). Видове різноманіття таких вод велике, внаслідок надмірного розвитку фітопланктону може відбуватися «цвітіння» води. Серед організмів-індикаторів умов ß-мезосапробної зони є зелені і синьо-зелені водорості, макрофіти, численні види найпростіших, сюди належить більшість видів молюсків, ракоподібних, губки, різноманітні риби. Біль­шість наших водойм мать воду такої якості.

Олігосапробна зона характеризує майже чисті води з не­значним вмістом нестійких органічних речовин і невеликою кількістю продуктів їх мінералізації. Тут відмічається висока концентрація кисню, відсутній сірководень, серед сполук нітрогену домінують нітрати. Серед олігосапробних організмів, які населяють чисті або слабко забруднені органічними речовинами води, відмічається значна кількість видів діатомових водо­ростей (слід зазначити, що явища «цвітіння» води тут не буває). Видами-індикаторами олігосапробних умов є численні харові водорості, деякі вищі водяні рослини, ракоподібні, коловертки, молюски, личинки комах і риби. Олігосапробна зона пред­ставлена чистими водами великих озер.

Ксеносапробна зона – це холодні води чистих гірських струмків, озер, джерел, у яких біота збіднена і відмічається мінімальна кількість органічних речовин.

Для кожної із 4-х зон сапробності створені списки видів-індикаторів, кожному виду присвоєне певне число, яке характеризує його положення на шкалі сапробності (так званий індивідуальний індекс сапробності або індикаторна зна­чущість). Ці числа – умовні, їх запровадили для кількісної оцін­ки здатності певного гідробіонта-індикатора мешкати у воді з тим чи іншим вмістом органічних речовин. Так, організмам-ксеносапробам було присвоєно значення від 0 до 0,50; олігосапробам – від 0,51 до 1,50; ß-мезосапробам – 1,51–2,50; α-мезосапробам – 2,51–3,50; полісапробам – 3,51–4,00.

Сьогодні список організмів, що їх використовують для оцінки сапробності, складається з більш ніж 2 тис. мікро- і макроорганізмів, для яких відомі індекси сапробності виду і валентність сапробності. Користуючись подібними списка­ми, можна оцінити сапробність певної водойми.

Для кількісної оцінки ступеня забруднення водойми ор­ганічними речовинами, був введений індекс сапробності (*S*), який, окрім індикаторної значущості видів, враховував і кількість особин індикаторних організмів (абсолютна кількість, умовні бали або відсоткове співвідношення). Він розраховується за формулою:

$S=\frac{\sum\_{}^{}sh}{\sum\_{}^{}h}$,

де *s* – індивідуальний індекс сапробності виду (індика­торна значущість, визначається за спеціальними таблицями); *h* – відносна кількість особин виду.

Відносна кількість особин виду (*h*) оцінюється таким чи­ном: випадкова знахідка – 1, трапляється часто – 3, масовий вид – 5. Щодо індивідуального індексу сапробності (*S*), то у спрощеному варіанті (модифікація Пантле-Букка) його зна­чення може бути: для олігосапробів – 1, ß-мезосапробів – 2, α-мезосапробів – 3, полісапробів – 4.

Розрахунок індексу сапробності за формулою дозволяє встановити якість води і ступінь її забруднення органічними речовинами. Співвідношення індексу сапробності, зони сапробності і класу якості води наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Співвідношення індексу сапробності, зони сапробності і класу якості води

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Клас якості води** | **Індекс сапробності** | **Зона сапробності** |
| Дуже (гранично) чиста | <0,50 | ксеносапробна |
| Чиста | 0,50–1,50 | олігосапробна |
| Помірно забруднена | 1,51–2,50 | ß-мезосапробна |
| Забруднена | 2,51–3,50 | α-мезосапробна |
| Брудна | >3,51 | полісапробна |

Метод визначення сапробності є чи не найбільше розробленою системою біоіндикації. Однак, його використання екологами-початківцями обмежене через такі причини:

* визначення організмів необхідно проводити до виду, а це потребує фахових знань;
* необхідний відбір і обробка значного об'єму кількісних даних;
* списки видів-індикаторів включають здебільшого західно-європейські види.

*Біоіндикація за визначенням трофічного статусу водойми*

Природні водойми відрізняються за хімічним складом води, донними відкладами, речовинами, що потрапляють з прилеглих територій, комплексом гідрологічних, морфометричних параметрів. Кожна водна екосистема має свої певні біологічні характеристики: видове різноманіття водяних організмів, їх чисельність, біомаса. Одним з найважливіших показників екосистеми є продуктивність – кількість органічної речовини, що утворюється організмами за одиницю часу. Продуктивність водойми визначає її трофність (дослівно: кормність, поживність) – потенційну можливість екосистеми виробляти біологічну продукцію. І якщо продуктивність – це властивість угруповань живих організмів, то трофність – властивість біотопу, екосистеми (місця поселення даних організмів).

Трофічний рівень водойм тісно пов'язаний із вмістом у во­ді біогенних елементів (насамперед, нітрогену і фосфору). Трофічна класифікація ґрунтується на рівні утворення первин­ної продукції автотрофними організмами (мікроскопічними водоростями і макрофітами). При встановленні трофічного статусу водойми слід враховувати й інші показники: чисельність і біомаса фітопланктону, кількість біогенних речовин у водоймі, вміст хлорофілу у воді та ін. Виділяють 4 основних трофічних типи водойм: оліготрофні (малопродуктивні), мезотрофні (середньопродуктивні), евтрофні (високопродуктивні), дистрофні (непродуктивні), які розрізняються за основними фізико-хімічними і гідробіологічними показниками (табл. 2).

Оліготрофні водойми – їм притаманний незначний вміст біогенних елементів і невисокий рівень первинної продукції. Це великі глибокі озера і гірські річки з холодною, прозорою, насиченою киснем і бідною на біогенні елементи водою. У таких водоймах органічні сполуки, зазвичай, майже повністю мінералізуються у товщі води, тому донні відклади ними бідні. Оліготрофні водойми в Україні надзвичайно рідкісні. Вони є цінними джерелами чистої води.

Мезотрофні – це водойми із середнім рівнем первинної продукції і помірним вмістом елементів мінерального живлення.

Таблиця 2

Комплексна екологічна класифікація якості поверхневих вод суходолу (модифікована за (Оксиюк и др., 1993)

|  |  |
| --- | --- |
| **Показники** | **Класи якості води** |
| **Дуже чиста** | **Чиста** | **Забруднена** | **Брудна** | **Дуже брудна** |
| Зависи, мг/дм3 | <5 | 5–14 | 15–30 | 31–100 | >101 |
| Прозорість, м | >3,0 | 0,55–3,00 | 0,35–0,50 | 0,15–0,30 | <0,1 |
| Колір води | Голубуватий | Голубувато-зелений | Зелено-жовтий, жовтий | Буро-жовтий | Бурий |
| рН | 7,0 | 6,1–6,97,1–7,9 | 5,7–6,08,0–8,3 | 5,3–5,68,4–8,7 | < 5,2< 8,8 |
| Nзаг., мг N/дм3 | <0,30 | 0,30–0,70 | 0,71–1,50 | 1,51–5,00 | >5,01 |
| Рзаг., мг Р/дм3 | <0,01 | 0,01–0,05 | 0,051–0,200 | 0,201–0,500 | >0,501 |
| О2, % насичення | 100 | 81–100 | 61–80 | 31–60 | <10 |
| Біомаса фітопланктону, мг/дм3 | <0,1 | 0,1–1,0 | 1,1–5,0 | 5,1–50,0 | <50,0 |
| Чисельність бактеріопланктону, млн кл./мл | <0,3 | 0,3–1,5 | 1,6–5,0 | 5,1–10,0 | <10,0 |
| Індекс сапробності | <0,5 | 0,5–1,5 | 1,6–2,5 | 2,6–3,5 | <3,6 |
| Класи сапробності | Ксеносапробна | Олігосапробна | ß-мезосапробна | α-мезосапробна | полісапробна |
| Категорії трофності | оліготрофна | олігомезотрофна | мезо-евтрофна | евтрофна | гіпертрофна |

Евтрофні – водойми з високим рівнем первинної продукції, багаті на біогенні елементи. Якість води у них низька, часто спос­терігається явище «цвітіння» води через масовий розвиток здебільшого синьо-зелених водоростей. Частина надлишкових органічних речовин накопичується у донних відкладах, призводячи до замулення, заболочення і пониження якості води. Це мілководні озера, малі водосховища і ставки, що інтенсивно заростають. Переважна більшість водойм України належить до мезо-евтрофного або евтрофного типу. Граничний ступінь евтрофікації виділяється у категорію гіпертрофні води.

Окремо виділяють дистрофні водойми з дуже малим вмістом доступних біогенних елементів і органічної речови­ни, і саме через це – надзвичайно бідним біотичним різноманіттям і низькою продуктивністю. Зазначимо, що ор­ганічної речовини у таких водоймах з надлишком, однак вона зв'язана і недоступна для використання живими організмами, а лише консервується і накопичується. Внаслідок специфіч­них умов середовища тут відбувається накопичення ор­ганічної речовини рослинного походження, що важко піддається розкладанню. Дистрофні водойми надзвичайно за­мулені, вода у них темно-коричневого кольору через значну кількість гумінових кислот, вміст розчиненого у воді кисню мінімальний, однак спостерігається високий вміст сірководню і метану, рівень рН води кислий. Водойми такого типу трапля­ються, здебільшого, у заболочених районах Полісся і у внутрішніх водоймах очеретяних плавнів.

Розподіл водойм на 4 трофічні типи має спрощений вигляд, оскільки природні водойми, зазвичай, належать до різноманітних перехідних форм (оліго-мезотрофні, мезо-евтрофні). Навіть у межах одного озера чи річки різні ділянки мо­жуть мати різний трофічний стан. Збільшення трофності во­дойми – природний процес, оскільки до водойм, навіть за умови відсутності антропогенного впливу, постійно потрапля­ють біогенні елементи з водозбору. Для наочності прослідкує­мо, що відбувається у річці від її витоків до гирла.

Витоки річки, зазвичай, беруть свій початок із джерел з чистою прохолодною водою, яка містить мало поживних речо­вин. Їх населяють організми чистих швидкоплинних вод – личинки комах (веснянки, одноденки), ракоподібні (бокоплави). Серед рослин зрідка трапляються водяні мохи. Нижче за течією, коли маленькі струмки зливаються і утворюють більшу річку, концентрація біогенних елементів у воді зростає, здебільшого завдяки потраплянню їх з навколишніх земель.

Різноманіття водяних організмів різко збільшується і видо­вий склад змінюється – чутливі до високої якості води види замінюються на менш чутливі. Тепер тут трапляються личин­ки волохокрильців, п'явки, молюски, ракоподібні. За наяв­ності сприятливих гідрологічних умов добре розвиваються різноманітні водяні рослини. Чим ближче до гирла, тим більше вода у річці стає насиченою біогенними елементами, ор­ганічною речовиною, на ділянках з уповільненою течією на дні накопичується мул. Біопродуктивність такої екосистеми висо­ка, відмічаються значні біомаси фіто-, зоопланктону, меш­канців дна. Вздовж берега формується високопродуктивний пояс водяних і прибережно-водяних рослин. На дні розвива­ються невибагливі до якості води черви, личинки комарів-дзвінців (хірономіди). Отже, навіть у водоймі, що не зазнає впливу діяльності людини, природним шляхом змінюється якість води.

Процес збагачення води сполуками біогенних елементів, насамперед нітрогену і фосфору, що сприяє збільшенню первин­ної продукції водойми (через розвиток водоростей і ви­щих водяних рослин), називається евтрофікацією водойми. Ос­новною ознакою даного процесу є масовий розвиток мікроско­пічних водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації кисню під час їх загибелі і розкладання. Як вже зазначалося, це природний процес, але з середини XX ст. швидкість його проходження стрімко зросла у резуль­таті діяльності людини.

Підвищення трофічного статусу водойм внаслідок впливу людини називають антропогенною евтрофікацією.

Збільшення кількості біогенних елементів і органічної ре­човини у водоймі, насамперед, відбувається через розорювання великих площ ґрунту і, як наслідок, посилення процесів ерозії і поверхневого змиву.

До антропогенної евтрофікації водойм призводить і неконтрольоване використання мінеральних добрив і хімічних речо­вин захисту рослин, потрапляння до водойм недостатньо очи­щених стічних вод, об'єми яких подекуди співставні з водністю водойми та ін. Масштаби цього явища просто вражають: про­цеси антропогенної евтрофікації сьогодні охопили майже всі водойми на різних континентах Землі.

Існує ціла низка заходів щодо запобігання цього явища. Так, необхідними і важливими є якісне очищення стічних вод, провадження екологічно дружнього сільського господарства, створення водоохоронних зон вздовж берегів водойм, фітомеліорація (культивування рослин у прибережних зонах для за­тримання різноманітних речовин, які забруднюють воду, потрапляючи до водойм з полів, ферм, населених пунктів) та ін.

Біоіндикатори

Біоіндикатори (іпdico – вказую, визначаю) – це ор­ганізми, групи особин одного виду (популяції) або угрупован­ня, наявність та інтенсивність розвитку яких є показником певних природних процесів або умов довкілля (зокрема і антропогенного впливу). Будь-який чинник се­редовища, якщо він виходить за межі «зони комфорту», для біоіндикаторів є стресовим; біоіндикатор (організм, популя­ція, угруповання) реагує на це відповідною реакцією. Саме цю реакцію і визначають методи біоіндикації. Види-біоіндикатори реагують на зміну комплексу чинників довкілля своєю наявністю або відсутністю, зміною зовнішнього вигляду, чисельністю, біомасою, хімічним складом, по­ведінкою, особливостями індивідуального розвитку та ін. Отже, біоіндикатори свідчать про ту чи іншу якість життя у даному середовищі.

Існує група дуже чутливих до забруднення організмів, які при забрудненні водойми першими зникають зі складу її мешканців. Це індикатори чистої води. Діаметрально протилежною є група видів, що пристосовані до життя у дуже за­бруднених водоймах. Вони не лише почувають там себе дуже комфортно, але і не можуть жити у воді, бідній на органічні і мінеральні речовини. Ці толерантні до забруднення види – індикатори значного забруднення. Поміж цими «екстремалами» або стенобіонтами, знаходиться група помірно чутли­вих організмів. Цікавим є той факт, що кількість видів першої і другої груп незначна, тоді як помірно чутливих видів набага­то більше. Види, що здатні жити у воді з широким діапазоном значень показників (від чистої до забрудненої) називаються видами з широкою екологічною пластичністю (або еврибіонтами).

Для біоіндикації обирають ті види, що мають відносно вузьку «спеціалізацію», тобто живуть у досить неширокому діапазоні умов середовища. Однак, і еврибіонти подекуди виступають у ролі біоіндикаторів. Так, масовий розвиток цих видів у водоймах, що вважалися чистими, є свідченням їх забруднення. Як вже зазначалося, оцінка екологічного ста­ну водойми з використанням біоіндикаторів зазвичай дає ціннішу інформацію, ніж визначення ступеня забруднення спеціальними приладами (гідрохімічний аналіз), оскільки біоіндикатори реагують на загальний комплекс забруднювачів або змін зовнішніх умов.

Процес відбору біоіндикаторів є складним завданням. Найважливішими вимогами до біоіндикаторів є:

1. наявність у локальній екосистемі комплексу видів-індикаторів (значне таксономічне і екологічне різно­маніття);
2. висока екологічна точність реакції біоіндикатора на зміну чинника середовища, який визначається;
3. відносно висока чисельність виду-індикатора;
4. широке розповсюдження у екосистемі;
5. простота у визначенні таксономічної приналежності;
6. наявність інформації про екологічні особливості виду.

Як біоіндикатори можна використовувати значну кількість груп організмів, однак при цьому дуже важливо, аби метод був відносно маловитратним і швидким. А при досліджен­ні громадськими екологічними організаціями, волонтерами при­родоохоронного руху чи школярами – не вимагав значної науко­вої підготовки. З цього погляду найбільш розробленою є мето­дика оцінки якості води за допомогою досить великих і помітних організмів, що населяють дно водойми (макрозообентос). У наш час все більшого розвитку набуває дослідження мож­ливостей використання у ролі біоіндикаторів видів макрофітів, риб, а також мікроскопічних мешканців товщі води – фіто­планктону і зоопланктону. Найточніші результати біоіндикації водойм дає спостереження за організмами, які під час змін комплексу умов середовища не можуть швидко і назавжди зникнути з біотопу. До таких належать водяні рослини – *макрофіти*, а також тварини – мешканці дна водойми – макрозообентос. Це досить великі організми, яких можна легко зібрати у водоймі і визначити до певного таксономічного рівня без збільшувальних приладів і спеціальної підготовки.

*Особливості біоіндикації у водоймах різного типу*

Процедура біоіндикації для природних водних екосистем різних типів має свої особливості. Життя у водоймі залежить від комплексу чинників, серед яких виділяють абіотичні, біотичні і антропогенні (антропічні). Абіотичні чинники відображають фізичні і хімічні властивості води: концент­рація кисню, розчиненого у ній, її прозорість і здатність пропускати сонячне світло для забезпечення фотосинтезу, темпе­ратура, солоність і жорсткість, наявність доступної органіч­ної речовини і біогенних елементів. Специфіку живого насе­лення водойми визначають також динаміка водних мас, швидкість течії, тип донних відкладів та ін. Біотичні чинники формуються у результаті впливу водяних організмів на середовище (наприклад, насичення киснем води внаслідок фотосинтезу водяних рослин) або один на одного (симбіоз, па­разитизм, хижацтво). Антропогенні чинники визначаються діяльністю людини на водні екосисте­ми. До тих із них, що у XX ст. набули надзвичайно великого впливу на водні екосистеми, належать: зарегулювання річок, незворотне водокористування, забруднення водойм стоками різного походження і нераціональний промисел.

Водойма – це складна система різноманітних біотопів, найбільшими серед яких є товща води (або пелагіаль), дно з прилеглим шаром води (бенталь) і поверхневий шар води, який межує з атмосферою (нейсталь).

Організми різних екологічних груп адаптуються до певних умов середовища, саме тому представники однієї гру­пи (мешканці одного біотопу), незалежно від їх систематичної приналежності, у процесі еволюції можуть набувати подібних адаптацій, утворюючи характерні життєві форми.

Кожна екологічна група організмів може використовувати­ся для біологічної оцінки якості води і має свої переваги і не­доліки. Для оцінки екологічного стану необхідно лише якнайповніше охопити дослідженнями усі ділянки водойми (прибе­режну зону, плесо, затоки та ін.). Озерам характерні стоячі води і, зазвичай, більш гомогенні екологічні умови. Тому тут більшу увагу можна приділити дослідженню населення дна (бентосу) і водної товщі (планктону), які є відносно сталими для водойми. Чим більша водойма – тим більше станцій необхідно дослідити.

Аби мати уявлення про повну картину якості води у річках, необхідно намагатися дослідити усі струк­турні складові водотоку – перекати, плеса, затоки-заводі, прибережну зону. Течія здатна досить швидко знести вниз як за­бруднюючі речовини, так і групи організмів товщі води, які відреагували на ці зміни. Саме тому як біоіндикатори тут більш показовими будуть перифітон (організми, що оброста­ють каміння і корчі, які є на дні річки) і бентос. Саме ці гру­пи гідробіонтів не зносяться водою вниз за течією, і за їх скла­дом можна оцінити загальний стан водотоку за тривалий проміжок часу. Планктон у цьому випадку є менш показовим. Необхідно враховувати і те, що після потрапляння у водотік забруднювачів, останні зносяться течією вниз і акумулюються на ділянках річки з уповільненою течією. Тому бажано дослі­дити ці ділянки.

Якщо необхідно оцінити вплив забруднених притоків або населених пунктів на якість води головної річки, необхідно досліджувати ділянки, які розташовані вище і нижче за течією від місць наявного або можливого забруднення.

Слід звернути увагу на час проведення досліджень. При вико­ристанні макрозообентосу як біоіндикатора дослідження мож­на проводити від ранньої весни до пізньої осені. При проведенні біоіндикації за макрофітами найкращим часом є період їх найбільшого розвитку – липень–серпень.

**2. Макрофіти – біоіндикатори**

Водяні макрофіти – це збірна група, яка поєднує крупні рослини (видимі неозброєним оком), що належать до різних систематичних груп, та існування яких тісно пов'язане з водою. До них належать деякі водорості, мохи, папороті, плауни, хвощі і квіткові рослини, що здатні рости в умовах водного середовища або надлишкового зволоження (поселяються як безпосередньо у воді, так і у прибережній зоні).

Водяні макрофіти мають різноманітні адаптації до життя у воді. Так, у водному середовищі рослинам не потрібні міцні стебла, тому механічні тканини розвинуті слабко, стебла і листки більшості водяних рослин м'які і гнучкі. А для утри­мання тіла на плаву утворюються численні повітряні порожни­ни і канали. Більшість макрофітів отримують кисень і вугле­кислоту безпосередньо із води, тому листки їх тоненькі і ніжні, без захисного покриву, часто дуже розсічені для збіль­шення поверхні тіла. Така адаптація необхідна, оскільки рослини поглинають з води не лише гази, але і різноманітні поживні речовини саме поверхнею. Як наслідок – коренева си­стема у деяких видів розвинута слабко або її немає зовсім. Роз­виток водяних рослин починається набагато пізніше від назем­них внаслідок того, що весною вода у водоймах прогрівається повільніше, ніж повітря. Зимують водяні рослини особливим чином. Справа у тому, що взимку багато водойм промерзає не до дна. Тому деякі рослини залишаються живими під кригою, інші зи­мують у вигляді кореневищ, а деякі до осені формують спеці­альні зимуючі бруньки, або туріони. Вони на зиму занурю­ються на дно, а весною спливають і дають початок новим рос­линам. Особливістю цієї групи є домінування вегетативного розмноження над насіннєвим. Часто достатньо невеликої частинки кореневища чи стебла з листками, аби з нього утворилася нова рослина. У поширенні насіння велику роль відіграє вода, більшість водяних рослин має плавучі насіння і плоди.

Макрофіти є обов'язковою складовою екосистем більшос­ті водойм і водотоків, вони впливають на гідрохімічні і гідробіологічні процеси, відіграючи важливу і багатогранну роль у житті водойми. Передусім, макрофіти під час фото­синтезу виділяють кисень, збагачуючи ним воду. Водяні росли­ни є кормом для мешканців водойм. Протягом літа на їх зеле­них «килимах» відгодовуються водоплавні птахи, ссавці, деякі риби. Зарості водяних рослин забезпечують тварин місцем мешкання і надають їм прихисток, є цінними нерестовищами для багатьох видів риб. Тут розвивається багатий комплекс водяних безхребетних тварин (личинки комах, ракоподібні), які є основою раціону риб. Велике значення мають водяні рослини і для очищення водойм від забруднення. Їх зарості діють як механічний фільтр, освітлюючи воду, захища­ють береги водойм від розмивання. Рослини у своїх тканинах можуть накопичувати значні концентрації різноманітних за­бруднювачів – іони важких металів, радіонукліди, пестициди та ін., у заростях також прискорюється процес розкладання нафтопродуктів. Одначе, крім позитивної, водяна рослинність може відігравати і негативну роль у водоймі. Так, через відми­рання фітомаси восени спостерігається вторинне забруднення водойми, коли з відмерлих решток рослин, що розкладаються, забруднювачі знов потрапляють до води. У випадках надмір­ного розвитку у водоймі водяних рослин, особливо повітряно-водяних, відбувається накопичення органічної речовини, роз­виваються процеси заболочення, що негативно впливає на біорізноманіття і продукційні процеси водних екосистем.

*Особливості біоіндикації за макрофітами*

Використання окремих видів макрофітів, а також їх уг­руповань як індикаторів екологічного стану водойм видається надзвичайно привабливим, адже вони – видимий і зручний для спостережень об'єкт, який відносно легко можна визначи­ти до виду навіть у польових умовах. Крім того, рослинний по­крив, пластичний і чутливий до змін довкілля, відображає комплекс характеристик водойми: гідро­логічний режим, трофічний статус, стадію розвитку, спе­цифіку хімізму води та ін. Навіть попереднє обстеження рос­линності водойми дозволяє зробити експрес-оцінку її еко­логічного стану.

Серед усього різноманіття водяних рослин існують види, які не витримують найменшого забруднення і можуть жити лише у чистих водах. Деякі з макрофітів, навпаки, можуть не лише існувати у забруднених водах, а і витримувати високі концентрації забруднюючих речовин.[[1]](#footnote-1) Внаслідок такої при­родної диференціації екологічних ніш водяні рослини і їх угруповання підходять для використання як індикатори пев­ного екологічного стану водойми і якості води у ній. Однак, більшості видів макрофітів притаманна широка екологічна пластичність (здатність легко пристосовуватися до змінних умов середовища дозволяє їм мешкати у водоймах із широким діапазоном фізико-хімічних показників). За таких умов лише присутність того чи іншого виду у водоймі не є показовою, тут необхідно враховувати кількісний розвиток рослин (біомасу, яку вони продукують, проективне покриття ґрунту[[2]](#footnote-2), особ­ливості структури їх угруповань.

Індикація за допомогою макрофітів має певні обмеження. Насамперед, вона можлива лише тоді, коли у водоймі скла­дається певний комплекс зовнішніх умов, сприятливих для розвитку водяних рослин, а саме: помірна швидкість течії, на­явність захищених від вітру і хвиль мілководь, придатні донні відклади, прозорість води та ін. Наприклад, у гірських річках макрофіти майже не розвинуті через швидку течію, кам'янисте дно, у якому рослини не можуть вкоренитися. Перешкоджає цьому і щорічне переформування русла під час по­веней та паводків, коли річка несе величезну кількість каміння, гальки, бруду, що нищить усе на своєму шляху Гарні результа­ти біоіндикації за макрофітами можна отримати під час дослідження рослинності озер чи ставків з добре розвинутою мілковод­ною зоною, або ж середніх і малих за розмірами рівнинних річок, що вирізняються повільною течією і невеликими гли­бинами. Індикація за макрофітами обмежена у часі і можлива лише у вегетаційний період.

Методами візуальної біоіндикації за макрофітами також неможливо визначити певні специфічні види забруднення во­дойми (наприклад, важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами та ін.), оскільки ті чи інші особливості видового складу макрофітів або структурних показників їх угрупо­вань є сумарною (інтегральною) відповіддю на сукупну дію комплексу зовнішніх чинників середовища. Для визначення рівня накопичення у рослинах різних забруднювачів не­обхідно зробити у спеціалізованій лабораторії складні і досить дорогі спектрофотометричні аналізи.

Добираючи групу організмів, за допомогою яких буде проводитися біоіндикація, слід пам'ятати, що водним макрофітам властива певна консервативність щодо реакції на короткочасні зміни умов середовища. Швидше у водних екосистемах реагують на зміни довкілля угруповання фітопланктону чи зоопланктону, яким притаманний короткий життєвий цикл. Угруповання макрофітів складаються, здебільшого, з багаторічних рослин, що є стабільнішими, більш пристосованими і «витривалішими» до змін середовища, тому вони менше реагують на короткочасні трансформації стану водойми.

Біоіндикація екологічного стану водойми за макрофітами може здійснюватися за допомогою оцінки:

* видового складу макрофітів водойми;
* чисельності (рясності) особин окремих видів;
* наявності окремих видів-індикаторів та індикаторних

груп;

* структури рослинних угруповань (фітоценозів);
* екологічної структури заростей;
* просторового розподілу заростей у водоймі.

*Екологічні групи макрофітів*

Залежно від способу адаптації до водного середови­ща, макрофіти поділяють на 2 основні екологічні групи: *гелофіти*, або повітряно-водяні рослини – амфібіонтні види, що мешкають як у водному середовищі, так і у перезволожених біотопах, і *гідрофіти* – справжні водяні рослини.

Прибережні і мілководні ділянки водойм займають за­рості повітряно-водяних рослин (очерет, рогіз, стрілолист, ле­пешняк та ін.). Їх кореневища та нижня частина стебла перебувають у воді, а верхня частина рослини – у повітрі. Це ве­ликі багаторічні трави з потужною кореневою системою. Щільні зарості цих видів зазвичай облямовують водойму, ут­ворюючи пояс, і виконують у ній важливі екологічні функції: захищають береги від руйнації, затримують, трансформують і очищують забруднені води поверхневого стоку, які потрапляють до водойми з навколишніх суходільних територій. Однак рослини цієї групи після відмирання і розкладання фітомаси можуть бути джерелом вторинного забруднення водойми, оскільки формують надзвичайно продуктивні зарості.

Гідрофіти об'єднують види, котрі тісно пов'язані з водним середовищем і, зазвичай, без води гинуть. Деякі з них вільно плавають на поверхні води, інші – цілком занурені у водну тов­щу, але не мають коренів, тому легко переносяться хвилями. Більшість видів макрофітів закріплені у ґрунті добре розвину­тою кореневою системою, серед них є як занурені рослини, так і рослини з плаваючими листками. Рослини з плаваючими на поверхні води листками – здебільшого мешканці тихих озер­них плесів або річкових заток з помірною течією. Деякі з них прикріплені до дна кореневищем (глечики, латаття, водяний горіх), інші – вільноплаваючі – перемішуються поверхнею води під дією вітру чи течії (річчія, сальвінія, ряски). Занурені рослини майже повністю перебувають під водою і найкраще з усіх макрофітів пристосовані до життя у водному середовищі (рдесник, водопериця, елодея, пухирник, харові водорості та ін.). В озерах з високою прозорістю води їх угруповання можуть розвиватися до глибини 8–10 м, однак найчастіше у наших водоймах – лише до 2–3 м. Отже, завдяки тісному зв'язку з водним середовищем, саме гідрофіти найбільше залежать від екологічного стану водойми, і тому є найчутливішими серед водяних рослин індикаторами якості води.

Завдяки тому, що умови мешкання макрофітів можуть бу­ти надзвичайно мінливими (мілководдя більшості природних водойм часто влітку осушуються чи, навпаки, затоплюються на значні глибини під час повені і паводків), більшості видам рослин властивий поліморфізм – здатність змінювати свою життєву форму залежно від умов середовища. Так, окремі види (сусак, кута, їжача голівка, лепешняк) здатні переходити із повітряно-водяної форми у занурену, формуючи цупкі стебла і листки у першому випадку і м'які із відповідними органами асиміляції – у другому. Залежно від того, є у водоймі течія, чи її немає – одні і ті ж види макрофітів можуть формувати еко­морфи з плаваючими листками (утворюються плаваючі ок­руглі цілокраї листки на довгих черешках) чи занурені (форму­ються лише занурені розсічені чи стрічкоподібні сидячі лист­ки). Такий поліморфізм притаманний, наприклад, сусаку, стрілолисту, глечикам, деяким різнолистим рдесникам.

Ступінь розвитку рослин різних екологічних груп у во­доймі також можна використовувати як один із індикаторів її екологічного стану. Так, надмірний розвиток поясу повітряно-водяних рослин свідчить про обміління водойми та її заболочу­вання. При цьому вважають, що критичним для водойми є розвиток гелофітів на більш, ніж 30% його площі. Значне роз­ростання рослин з плаваючими листками, особливо вільноплаваючих, є індикатором відсутності проточності водойми, застійних явищ у ній, підвищеного трофічного рівня і пониження якості води. Панування у водоймі багатовидових заростей занурених макрофітів, здебільшого дрібнолистих рдес­ників чи харових водоростей, свідчить про її добрий еко­логічний стан.

*Просторовий розподіл рослин у водоймі*

Визначити тенденції екологічних процесів, що відбувають­ся у водоймі, і окремі характеристики її екологічного стану можна не лише за видовим складом рослин-індикаторів, але і за особливостями просторового розподілу рослинних утруповань (фітоценозів). Просторовий розподіл заростей водяних рослин у водоймі залежить від багатьох чинників (швидкості течії, типу ґрунту, глибини, наявності захищених мілко­водь, рельєфу берегової лінії, вітро-хвильового впливу та ін.). У річках з уповільненою течією і озерах, яким притаманне по­ступове збільшення глибини, зазвичай виражені 4 пояси водяної рослинності (рис. 12.1).

Перший пояс, безпосередньо на прибережних ділянках, утворюють низькорослі повітряно-водяні рослини: лепешняк великий, хвощ річковий, різні види осок, стрілолист стрілолистний, ситняг болотяний, їжача голівка пряма, частуха подорожникова. Наступний – пояс високих повітряно-водяних рослин – розповсюджений, зазвичай, до глибини 0,5 м і складається з угруповань очерету звичайного, рогоза вузьколистого, куги озерної. Пояс рослин з плаваючими на поверхні води листками (в інтервалі глибин 0,5–1,5 м) фор­мують латаття біле чи сніжно-біле, глечики жовті, гірчак зем­новодний, рдесник плаваючий. У річках зі значною швидкістю течії або на незахищених від вітро-хвильового впливу мілководь озер цей пояс може не розвиватися зовсім. При забо­лоченні ділянки водойми значного розвитку у цьому поясі мо­жуть набути зарості водяного різака алоевидного, жабурника звичайного і рясок. Наступний пояс – занурених рослин – утворюється глибше (зазвичай в інтервалі 0,5–2,5 м), його фор­мують угруповання різних видів рдесників, елодеї канадської, а при підвищенні забруднення водойми – водопериці колоси­стої, куширу зануреного, рдесника гребінчастого. У чистих гли­боководних озерах зона занурених рослин розповсюджується до значної глибини (8–10 м), але її утворюють інші види (молодильник озерний, харові водорості).



Рис. 12.1. Схема заростання водойми:

А – пояс низькорослих повітряно-водяних рослин; Б – пояс високорослих повітряно-водяних рослин; В – пояс рослин з плаваючими листками; Г – пояс занурених макрофітів;

1– осоки, 2 – сусак зонтичний, 3 – очерет звичайний, 4 – рогіз вузьколистий, 5 – латаття біле, б – глечики жовті, 7– кушир занурений, 8 – ряски, 9 – рдесник пронизанолистий,

10 – рдесник блискучий.

Така узагальнена схема розміщення поясів рослин у во­доймі у природі спостерігається далеко не завжди, змінити її структуру можуть не лише природні чинники, але і антропогенний вплив. Значні зміни у просторових особливостях заро­стання спостерігаються, насамперед, на порушених ділянках водойм (наприклад, у зонах надходження стічних вод, водо­пою худоби, надмірного рекреаційного навантаження та ін.). У місцях надходження у річку стічних вод з високими концентраціями забруднюючих речовин зарості водяних рослин, зазви­чай, перебувають у пригніченому стані або і не утворюються взагалі. Нижче за течією від таких ділянок можна спостеріга­ти щільні високопродуктивні зарості очерету, рясок, куширу, водопериці, які не властиві незабрудненим природним ділян­кам цієї річки. У водоймах, куди надходять багаті на органічні речовини стоки тваринницьких ферм або підприємств харчо­вої промисловості (цукрові заводи, молокозаводи та ін.), може поступово зникати пояс рослин з плаваючими листками, а плесо інтенсивно заростати угрупованнями видів-індикаторів органічного забруднення: водопериці колосистої, куширу зануреного, рдесника гребінчастого чи нитчастих водоростей.

У місцях надмірного рекреаційного навантаження рослин­ний покрив у водоймі буває майже відсутній: повітряно-водяну рослинність, яка заважає відпочивальникам, викошують; на мілководдях, прилеглих до пляжів, гідрофіти витоптують, а рослини, що гарно цвітуть (латаття, глечики), винищують на букети. Інший приклад індикації за особливостями просторової структури – просування поясу повітряно-водяних рослин вглиб на русло річки чи плеса озера. Водночас з цим, пояс за­нурених рослин розширюється настільки, що може займати усе русло, у його видовому складі спостерігаються зміни. Така трансформація поясної структури свідчить про зменшення водності і проточності водотоку, поступове його замулення і заболочення.

Отже, при уважному і періодичному дослідженні просторо­вої структури водяної рослинності ділянок, що зазнають антро­погенного впливу, і природних непорушених ділянок водой­ми, можна знайти індикаторні ознаки у цій характеристиці рослинного покриву.

*Макрофіти – індикатори умов середовища*

Із загального різноманіття водяних макрофітів лише части­на видів придатна для використання як індикаторів. Притаманна більшості водяних рослин широка екологічна пластичність дозволяє їм пристосовуватися до різноманітних еко­логічних умов. Однак, серед водяних рослин все ж таки можна виділити групи видів, що є індикаторами певних екологічних умов водойми.

Індикатори реофільних умов (rheos – течія, потік; *fileo* – любити). Важливою умовою для природного функціонування річкових екосистем є наявність течії. За таких умов значного розвитку набуває група реофільних макрофітів. До неї нале­жать види, здатні витримувати певну швидкість течії. Це, на­самперед, різні види рдесників (пронизанолистий, довгий, кучерявий), а також їжачі голівки пряма і зринувша, сусак зон­тичний, стрілолист стрілолистий, глечики жовті, які завдяки течії утворюють занурені екоформи.

Індикатори лімнофільних умов (lітпе – озеро, *fileo* – любити). При зарегулюванні річки її природний гідро­логічний режим змінюється, створюються умови, що наближа­ються до озерних: зменшується швидкість течії аж до майже стоячої води, активізуються процеси замулення, збільшується рівень трофності. На таких ділянках річки спостерігається зміна домінуючих комплексів видів рослин: реофільні поступа­ються місцем лімнофільним, що здатні витримувати замулен­ня, пониження кисневого режиму і надлишок органічної речовини у воді. За таких умов розвиваються зарості рогозу вузь­колистого, латаття білого, рдесників плаваючого, вузлуватого, а також блискучого, волосовидного і сплюснутого, водопе­риці колосистої. З'являються розріджені угруповання рясок.

Індикатори заболочення. У заплавних водоймах, на невеликих зарегульованих річках і мілководних ставках спос­терігаються процеси заболочення, за яких погіршується якість води. Тут розвивається комплекс видів, здатних витримувати заболочення і пов'язані з ним зміни: надмірний вміст ор­ганічної речовини, кислу реакцію води, значне накопичення відмерлих решток рослин і спричинене цим утворення сірко­водню, зниження рівня розчиненого у воді кисню, зміну коль­ору води та ін. Це рогіз широколистий, пухирник звичайний, кушир занурений, ряски, водяний різак алоевидний. За ступе­нем розвитку заростей цих видів можна визначити інтен­сивність процесів заболочення.

Заболочення малих річок розпочинається з їх замулення і обміління внаслідок змивання з еродованих ділянок водозбору великої кількості ґрунту. Це зменшує водопропускну здатність русла, уповільнює течію і підтоплює прибережні ділянки за­плави. За таких умов, насамперед, зникають реофільні види рдесників, угруповання стрілолисту та їжачої голівки. Чим інтенсивнішим є замулення водойми, тим більш розрідженими стають зарості рогозу вузьколистого і куги озерної, які не ви­тримують довготривалого осушення. Натомість, уздовж всього річища і на прилеглій заплаві інтенсивно розростаються уг­руповання очерету, осок. Спостерігається «переродження» заплавної луки в очеретяне болото.

Індикатори коливання рівня води. Постійне коливання рівня води, спричинене господарською діяльністю (незворотний забір води на господарські потреби, зарегулювання, зміна рівня води у водосховищах внаслідок роботи гідровузлів та ін.) має суттєвий вплив на розвиток макрофітів. Свідченням посилення таких процесів у водоймі є розвиток так званого «амфібійного» комплексу рослин – видів, що здатні вигримувати значні коливання рівня води. Це угруповання водяного хрону земноводного, омега водяного, водяної сосон­ки, гірчака земноводного. Зникають чутливі до коливання рів­ня види рдесники, насамперед пронизанолистий і гребінча­стий, або зменшується продуктивність їх заростей, які стають розрідженими і деградованими.

Індикатори засолення. Деякі з макрофітів можуть витри­мувати значний вміст солей у воді. Серед них – звичні росли­ни Чорного і Азовського морів – камка (зостера) морська і камка мала. Також існує група водяних рослин-індикаторів засолення кон­тинентальних водойм. Ці види здатні виживати у водоймах, які зазнали підсолення внаслідок потрапляння поверхневого сто­ку з навколишніх сільгоспугідь або шкідливих промислових і комунальних стоків. Це рупії морська і великовусикова, куги Табернемонтана і тригранна, рогози Лаксмана і маленький, цанікелії велика і болотяна.

*Макрофіти – індикатори трофічного статусу*

Природним водоймам різного трофічного статусу властиві певні особливості видового складу макрофітів, структури і ступенем розвитку їх угруповань. Оліготрофні озера характеризуються, зазвичай, розрідженими заростями макрофітів, низьким видовим багатством. Суцільні килими заростей тут можуть утворювати лише окремі види харових водоростей, які, завдяки високій прозорості води, поширюються на глибини до 10–15 м. Види оліготрофних вод – молодильник озерний, ло­белія Дортмана, водопериця черговоквіткова, рдесник альпій­ський. Озера мезотрофного і евтрофного типів можна визначи­ти за такими ознаками: рослинні угруповання добре розвинуті, багатовидові, утворюють широку прибережну смугу, яка скла­дена 3–4 поясами макрофітів. У мезотрофних водоймах найкраще виражений пояс занурених рослин, складе­ний багатьма видами рдесників і елодеєю канадською (остан­ня може утворювати суцільні підводні килими), у поясі рослин з плаваючими листками трапляється гірчак земноводний, во­дяний горіх плаваючий, глечики жовті. На прибережних мілко­воддях можна віднайти добре сформовані угруповання стрілолисту стрілолистого, сусака зонтичного, їжачої голівки прямої. Ознакою евтрофних водойм є значний розвиток повітряно- водяної рослинності (очерет, рогіз), а також угруповань латаття білого та рясок. Звичними є також угруповання водопериці колосистої, куширу зануреного, водяного жовтецю закрученого, рдесника гребінчастого. При значному рівні забруднення, у гіпертрофних водоймах макрофіти можуть зникнути повністю. Досить чітко за макрофітами можна визначити водойми дистрофного типу (заболочені): домінують різні види вільноплаваючих рослин (здатні затягнути всю поверхню водойми), кушир занурений, різак алоевидний.

Для розвитку макрофітів найсприятливіші умови склада­ються в евтрофних і мезотрофних водоймах з вираженою літоральною зоною і захищеним мілководдям. Як вже зазначалося вище, рівень трофності різних ділянок однієї водойми може бути різним, крім того він може змінюватися під час пе­ребігу природних процесів або під впливом діяльності людини. У таблиці 12.3 наводиться список видів макрофітів-індикаторів певного трофічного рівня водойм. Як бачимо, більшість видів рослин належить до середнього рівня трофності – мезо- і мезо-евтрофного. Надзвичайно мало видів ростуть у чистих оліготрофних водоймах. Подібна ситуація спостерігається і у дистрофних водоймах.

Таблиця 3

Макрофіти – індикатори трофічного статусу водойм

|  |  |
| --- | --- |
| **Трофічний тип водойми** | **Види макрофітів** |
| Оліготрофний | Водопериця червоноквіткова, молодильник озерний, рдесник альпійський, харові водорості, водяні мохи. |
| Оліго-мезотрофний | Рдесник гостролистий, рдесник волосовидний, водяний жовтець плаваючий, фонтиналіс протипожежний, альдрованда пухирчаста, водяний жовтець водний, пухирник малий, пухирник середній, гірчак земноводний. |
| Мезотрофний | Рдесник блискучий, рдесник злаколистий, рдесник червонуватий, рдесник довгий, рдесник туполистий, водопериця кільчаста, стрілолист стрілолистий, їжача голівка зринувша, глечики жовті, кушир напівзанурений, виринниця весняна. |
| Мезо-евтрофний | Рдесник сплюснутий, рдесник кучерявий, рдесник вузлуватий, рдесник плаваючий, рдесник пронизанолистий, їжача голівка пряма, водяний горіх плаваючий, елодея канадська, ряска триборозенчаста, жабурник звичайний, водяний жовтець волосолистий, наяда морська, хвощ річковий, куга озерна, лепешняк плаваючий. |
| Евтрофний | Водяний жовтець закручений, кушир занурений, водопериця колосиста, рдесник гребінчастий, рдесник маленький, латаття біле, латаття сніжно-біле, сальвінія плаваюча, вольфія безкоренева, ряска мала, спіродела багатокоренева, валіснерія спіральна, водяна сосонка звичайна, нитчасті водорості. |
| Дистрофний | Пухирник звичайний, водяний різак алоевидний, жовтець язиколистий, плавушник болотяний, образки болотяні. |

Особливістю сучасного стану водойм є зміна їх тро­фічного статусу внаслідок діяльності людини. У зв'язку з роз­витком промисловості та інтенсифікацією сільського госпо­дарства до водойм потрапляють значний об'єм’ слабкоочищених, а інколи – і зовсім неочищених стічних вод, що викликає збільшення рівня трофності і перебудову гідроекосистем. Це позначається також на структурі водяної рослинності.

Антропогенна евтрофікація на початкових стадіях призводить до посиленого розвитку більшості видів макрофітів і збільшення продуктивності їх угруповань. Одначе, при подальшому посиленні евтрофування, відбува­ється збіднення флори через зникнення чутливих до ви­сокого вмісту біогенних елементів видів і спрощення струк­тури рослинних угруповань. У крайньому випадку, коли рівновага в екосистемі порушується, і процеси її деградації стають незворотними, макрофіти можуть зникнути повністю.

*Визначення якості води за макрофітами*

Під час обстеження водойми з метою визначення якості води за макрофітами особливу увагу доцільно приділяти домі­нуючим видам рослин та їх угрупованням, оскільки саме вони відображають загальну картину екологічного стану во­дойми. Однак, слід брати до уваги і види з невеликою чи­сельністю, які під час проведення періодичних моніторингових спостережень, можуть вказувати на напрямок процесів, що відбуваються у водоймі. Необхідно враховувати і те, що рос­линність у випадку значного її розвитку, сама є відчутним чинником формування умов середовища. Як вже зазначалося, індикатором екологічного стану водойми може бути не лише видовий склад макрофітів у водоймі, але і рясність видів, особливості просторового розподілу водяної рослинності і де­які інші показники. Використання таких показників потребує досвіду і спеціальної ботанічної підготовки. Найпростішим є дослідження видового складу заростей водяних рослин. Якщо во­дойма невелика і у ній створюються однорідні умови, можна проводити спостереження на одній ділянці. Але зазвичай різні ділянки водойми знаходяться під впливом комплексу різноманітних чинників середовища, і якість води тут може відріз­нятися; за таких умов необхідно проводити дослідження на кількох ділянках.

Визначення видового складу – це, насамперед, складання повного переліку рослин. До нього вносять усі види, що трап­ляються у водоймі або на ділянці, яка досліджується. Після складання загального списку рослин, серед них виділяють види-індикатори та індикаторні групи (залежно від методу, яким будуть користуватися у подальшій роботі).

***Рекомендації щодо виконання опису водяної рослинності:***

* Якщо метою роботи є визначення якості води всієї водой­ми, для описів необхідно обирати найтиповіші її ділянки.
* Якщо метою роботи є дослідження впливу окремого джерела забруднення, необхідно обстежити ділянки ви­ще і нижче за течією від місця потрапляння забрудне­них вод (наприклад, вище за течією від населеного пункту і нижче його).
* Слід намагатися охопити різноманітні біотопи водойми: плеса, перекати, затоки, прибережні мілководдя та ін.
* Розмір ділянки для описів залежить від розміру водой­ми. Так, для малої річки чи ставка необхідно обстежити 50 м узбережжя і зробити 3–4 описи. Для середньої річки і невеликого ставка (озера) – 100 м узбережжя (5–8 описів). Для великої річки, водосховища чи озе­ра – не менше 1000 м (20 описів, при цьому бажано охопити спостереженнями верхні, середні ділянки річки і пониззя).
* Обов’язково слід зазирнути всередину заростей – там мо­жуть виявитися дуже цікаві знахідки.
* Обстежте всі можливі пояси і яруси рослинності (верхній надводний, власне поверхню води, її товщу).

Огляд здійснюйте візуально, а для дослідження занурених видів – використовуйте граблі чи «кішки» на довгій шнурівці, дістаючи рослини з берега або човна. Дані спостережень зано­сять у польовий щоденник. Розпочинаються вони описом водойми.

Схема опису водойми під час гідробіологічного дослідження:

* назва водойми, географічне і адміністративне положення (за можливості, знайдіть водойму на карті);
* схема водойми, особливості рельєфу узбережжя чи водозбору;
* розміри водойми: загальні і у місці обстеження (ширина річки на ділянці обстеження; ширина і довжина берегової лінії озера);
* наявність приток;
* стан водозбору (приблизний % освоєних земель від загальної площі, % природних комплексів; наявність сміття; ознаки ерозії берега);
* характеристика берегової лінії: її почленованість, крутизна схилів, тип прибережної рослинності;
* ступінь заростання водяними рослинами, видовий склад (можна скласти схему);
* глибина водойми чи ділянки досліджень (на невеличкій во­доймі достатньо зробити низку промірів на одній лінії, якщо ж водойма складної форми – то кількість ліній необхідно збільшити); результати зручно оформити у вигляді малюнка-схеми профілю глибини;
* швидкість течії (можна пустити за течією невеличкий попла­вок і визначити час, за який він пропливе визначену відстань);
* тип донних відкладів: кам'янисті, піщані, глинисті, мулисті, рослинний опад (визначається візуально); якщо на дні є сміття – варто зазначити його склад і приблизну кількість;
* прозорість води – дуже важлива характеристика водойми і показник якості води, визначається за допомогою диску Секкі – білого металевого диску діаметром не менше 30 см, який горизонтально опускається у воду на мо­тузці-лінійці; глибина, на якій диск перестає бути помітним і є зна­ченням прозорості води (замість диску можна взяти білу кришку від емальованого відра, виміри проводять з човна чи пірса, у сонячну погоду вибираючи тіньову сторону);
* температура води на поверхні і у придонному шарі;
* ступінь антропогенного впливу на прибережну зону (на­явність пляжів, забудови, промислових підприємств, доріг, звалищ сміття, забруднених стоків та ін.); стан прибережної захисної смуги і водоохоронної зони.

Далі наводиться перелік видів макрофітів, що трапилися, у загальний опис макрофітної рослинності.

Якщо рослина незнайома, її збирають у пластиковий мішечок з етикеткою, яка містить інформацію про те, де зібра­ний даний екземпляр. Зручно в описах присвоїти такій рос­лині певну асоціативну назву (наприклад, «маленький тонень­кий рдесник №1»), яка в подальшому буде замінена визначе­ною видовою назвою. Такі рослини можна протягом кількох діб зберігати у холодильнику або, повернувшись до лабораторії, закласти у гербарій. Згодом їх необхідно визначи­ти до виду (роду).

***Порядок опису макрофітної рослинності:***

1. Ступінь заростання водойми (% площі, яку займають зарості макрофітів, від загальної площі водойми/ділянки) і частка кожної екологічної групи.
2. Загальна кількість видів макрофітів на ділянці.
3. Домінуючі угруповання макрофітів і їх рясність.
4. Індикаторні групи (залежно від обраного методу і цілей).
5. Види і угруповання макрофітів, що потребують охо­рони.
6. Додаткова інформації (відомості, які дослідник вважає за потрібне додати).

Ступінь розвитку окремих видів у рослинному угрупо­ванні (або на окремій ділянці мілководь) визначають візуаль­но і виражають її у проективному покритті (*ПП* – частка площі ділянки, яка зайнята тим чи іншим видом). Проективне покриття також може виражатися у балах.

r – вид трапляється поодиноко, його *ПП* < 1%;

+ – *ПП* = 1–5%;

1 – *ПП* = 5–10%;

2 – *ПП* = 10–25%;

3 – *ПП* = 25–50%;

4 – *ПП* = 50–75%;

5 – *ПП* > 75%.

Використання подібних окомірних оцінок ступеня роз­витку видів дозволяє досить ефективно оцінити роль і зна­чення кожного окремого виду у рослинному угрупованні.

Слід зазначити, що під час роботи з водяними рослинами треба обов'язково знати види, які перебувають під охороною – це види, занесені до Червоної книги України і регіональних червоних списків. Їх не можна збирати у природі.

*Модифікований індекс Майєра*

Для попередньої оцінки екологічного стану водойми або окремої її ділянки можна використовувати індекс Майєра, роз­роблений для макробезхребетних тварин і модифікований авторами для біоіндикації за макрофітами. В його основу по­кладено поділ найбільш показових індикаторних видів водяних рослин (гідрофітів) на 3 групи відповідно до ступеня забруд­нення водойми: макрофіти-індикатори чистих водойм (група А), макрофіти-індикатори водойм помірного забруднення (В) і макрофіти-індикатори забруднених водойм (С) (табл. 4).

Для оцінки екологічного стану водойми необхідно визна­чити скільки видів кожної групи (А, В, С) виявлено під час обстеження водойми чи окремої її ділянки. Зазначимо, що рахуються як окремі види, так і збірні групи (харові водорості, водяні мохи та ін.).

Таблиця 4

Індикаторні групи макрофітів за модифікованим індексом Майєра

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Макрофіти чистих водойм, А** | **Макрофіти водойм помірного забруднення, В** | **Макрофіти забруднених водойм, С** |
| • водопериця червоноквіткова• молодильник озерний• рдесник альпійський• рдесник гостролистий• харові водорості\*• водяні мохи\*•альдрованда пухирчаста• пухирник малий•водяний жовтець плаваючий | *•* широколисті рдесники\**•* вузьколисті рдесники (крім рдесника гребінчастого)\*•рдесники з плаваючими листками\*•латаття, глечики, водяний горіх плаваючий\*• елодея канадська• водопериця кільчаста• ряска триборозенчаста• жабурник звичайний• наяда морська | • кушир занурений• водопериця колосиста• рдесник гребінчастий• нитчасті водорості\*•ряски і сальвініяплаваюча\* (*ПП*>60%)• різак алоевидний• пухирник звичайний•водяний жовтець закручений |

Примітка. \* – збірні групи макрофітів.

Під час розра­хунку індексу Майєра кожна група (харові водорості, водяні мохи, широколистяні рдесники, лататтєві, ряски та ін.) приймається за «1». Тобто, якщо у водоймі є кілька видів, наприклад, харових водо­ростей чи рясок – при розрахунках до загальної кількості видів відповідної колонки ми додаємо лише 1.

Індекс (*S*) розраховується за формулою:

*S* = *А* × 5 + *В* × 2 + *С* × 1

де *А, В* і *С* – кількість видів (чи груп) із відповідних стовпчиків (індикаторних груп), що відмічені у водоймі.

За значенням індексу оцінюють екологічний стан водойми:

* більше 25 балів – водойма чиста, вода у ній належить до 1–2 класів якості;
* 25–15 балів – водойма помірно забруднена, вода відпо­відає 3 класу якості;
* менше 15 – водойма брудна, 4–5 клас якості води.

Цей метод найдієвіший у водоймах з добре розвинутою водяною рослинністю. Якщо у водоймі відмічені види, які всі належать до однієї індикаторної групи (наприклад – гірський потічок, де крім 1–2 видів водяних мохів (група А) нічого не роз­вивається, або, навпаки, дуже забруднена водойма, де трапля­ються лише види групи С, – бали рахувати немає потреби, це вода відповідної якості. Простота цього методу дозволяє швид­ко оцінити стан водойми, однак це дуже приблизна оцінка, яку можна використовувати на перших етапах знайомства з біотою водойми і визначення її екологічного стану.

**3. Визначення екологічного стану водойм і якості води за складом водяних макробезхребетних**

*Індикаторна роль безхребетних*

Світ безхребетних тварин, які мешкають у воді, надзвичай­но багатий і різноманітний. Тут трапляються як відносно ве­ликі тварини, так і мікроскопічні. У товщі води мешкають невеличкі організми, що пасивно дрейфують – зоопланктон (ко­ловертки, ракоподібні, личинки двостулкового молюска дрейсени та ін.). Серед них є багато видів-індикаторів якості води, однак їх маленькі розміри і труднощі визначення таксо­номічного положення потребують участі висококваліфікова­них фахівців для використання їх у методах біоіндикації.

Ті з водяних тварин, розмір яких перевищує 5 мм, відносять до макробезхребетних. Вони, здебільшого, є мешканцями дна водойми (становлять макрозообентос) і угруповань водяних рослин (макрозоофітос, або фітофільний комплекс макро­безхребетних). Поняття зообентосу і зоофітосу – умовні. Численні види макробезхребетних, особливо тих, які ведуть активний спосіб життя (личинки комах, наприклад) можуть протягом життя мешкати як на дні, так і на різних «поверхах» заростей водяних рослин.

Макробезхребетні – представники кількох класів тварин: черви, молюски, ракоподібні, личинки комах та ін. За особли­востями життєвого циклу їх поділяють на 2 групи: організми, пов'язані з донним середовищем протягом всього життя, і тва­рини, що живуть у водоймі лише протягом окремих стадій сво­го розвитку. До перших відносяться малощетинкові черви, п'яв­ки, більшість молюсків; до других – личинкові стадії комах.

Велика роль макробезхребетних тварин у житті водойми: вони активно переробляють органічну речовину, що утво­рюється у водоймі (відмерлі тварини і рослини) чи потрап­ляє до неї з прилеглих територій, відіграють значну роль у очищенні води від завислих часточок за допомогою фільтрації. Більшість видів макробезхребетних, у свою чергу, є основою раціону риб.

Якщо планктон (особливо у невеликих водоймах) більш-менш однорідний по всій товщі води, то розподіл макробезхребетних значною мірою залежить від субстрату. Навіть у малих водоймах, у залежності від типу субстрату (пісок, мул, каміння, рештки деревини, водяні рослини) утворюється той чи інший біоценоз з характерним видовим складом тварин, тому попе­редньо необхідно визначити основні біотопи у водоймі. Залеж­но від типу донних відкладів і наявності заростей макрофітів виділяють 5 основних біоценозів, кожному з яких властивий своєрідний видовий склад макробезхребетних.

Біоценоз кам’янистого ґрунту (літофільний). За наявності течії на камінні розвиваються личинки різних видів одноде­нок, веснянок, волохокрильців, а також п’явки, губки бодяги, дрібні двостулкові молюски. За відсутності течії у таких біото­пах поселяються рачки-бокоплави, дрейсена, личинки кома­рів-дзвінців.

Біоценоз піщаних донних відкладів (псамофільний). Тваринне населення піщаного дна збіднене, звичайні тут бокоплави, ок­ремі види молюсків (крупні двостулкові, зокрема, перлівниці, і зябродихаючі черевоногі – живородки, затулки, крупні кульки), личинки волохокрильців.

Біоценоз глинистих донних відкладів (аргелофільний) включає, зазвичай, небагато видів макробезхребетних, але во­ни досить численні. Тут живуть личинки волохокрильця гідропсихе  (Hydropsyche), риючі личинки одноденок, можна натрапити на річкового рака, п’явок, молюсків (живородки, кульки), личи­нок волохокрильців, вислокрильців, комарів-дзвінців, рівно­крилих бабок (наприклад, дідки [(Gomphidae)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B1%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BA_%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%89%D1%96#%D0%A0%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%94%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8_(Gomphidae))  і власне бабки), що закопу­ються у ґрунт; звичайними є водяний віслючок, водяні клопи, численні олігохети, насамперед трубковик.

Біоценоз мулистих донних відкладів (пелофільний) різноманітний за видовим складом і багатий за кількістю організмів. До складу ценозів входять малощетинкові черви (олігохети), ли­чинки комарів-дзвінців, личинки бабок, риючі личинки одно­денок, личинки вислокрильців, дрібні двостулкові і черево­ногі молюски. На забруднених ділянках трапляються п’явки, личинки мулової мухи, або бджоловидки (криски).

Біоценоз водяних макрофітів. Водяні рослини створюють для тварин своєрідний біотоп (фіталь), де вони відіграють роль субстрату, а також забезпечують кормовий ресурс, укрит­тя, сприятливий газовий режим. Компонентами фітофільного біоценозу можуть бути губки, малощетинкові черви, п’явки плоскі і червоподібні, дрібні двостулкові і черевоногі молюски (горошини, шарівки, затулки, лунки), ракоподібні (боко­плави, водяний віслючок), водяні клопи і жуки, личинки ко­мах. У річках на перекатах, у заростях водяних рослин мешка­ють личинки бабок – красуні, лютки, стрілки, а також личин­ки одноденок і волохокрильців.

Розмір макробезхребетних тварин дозволяє достатньо лег­ко знайти їх і вибрати з ґрунту чи з рослин без допомоги оп­тичних приладів, тому ці організми є найзручнішими для використання у біоіндикації.

Серед тварин є види, що можуть слугувати індикаторами чистої води: якщо вони наявні у водоймі і їх видове багатст­во високе, це є ознакою, що водойма «здорова», а якість води у ній відповідає високим споживчим вимогам. До таких організ­мів належать личинки одноденок, веснянок і волохокрильців; ці 3 ряди називають «комплекс ЕРТ» – відповідно до перших букв їх латинської назви (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Дорослі стадії (імаго) цих комах мають крила, живуть на суходолі і літають поблизу водойм. Личинки ж протягом 2–3 років живуть на дні водойми, де і відбувається кілька їх линьок.

Існує також група макробезхребетних, що здатні вижива­ти за умов значного забруднення органічними речовинами: олігохети, молюски-ставковики, рачок водяний віслючок, ли­чинки комарів-дзвінців, личинки деяких мух. Ці організми можуть бути індикаторами несприятливого екологічного стану гідроекосистеми і поганої якості води у ній.

На сьогодні розроблено досить багато методів оцінки еко­логічного стану водойм за складом безхребетних тварин. Їх ви­користання вимагає різного ступеня професійної підготовки, зокрема, здатності проводити визначення видів тварин. Серед них є і такі методи, що не вимагають глибоких знань у галузі зоології безхребетних або гідробіології.

*Індекс Майера*

Простий спосіб оцінки екологічного стану водойми за складом донних безхребетних, який не потребує визначен­ня тварин до виду, – це розрахунок індексу Майєра. Метод базується на врахуванні приуроченості тих чи інших індикатор­них груп водяних тварин до водойм з певним рівнем забруднен­ня. Основні групи організмів-індикаторів були розподілені на 3 групи (табл. 12.5).

Індекс Майєра (*S*) розраховується за формулою:

*S* = *А*× *З* + *В* × 2 + *С* × 1

де *А*, *В* і *С* – кількість індикаторних груп із відповідних стовпчиків (групи організмів-індикаторів), що трапилися у водоймі чи на її ділянці.

Значення індексу свідчить про рівень чистоти/забруднення водойми:

* більше 22 балів – вода першого класу якості (водойма дуже чиста, олігосапробна зона);
* 17–21 балів – вода 2-го класу якості (водойма чиста, олігосапробна зона);
* 11–16 – вода 3-го класу якості (водойма помірно забруднена, ß-мезосапробна зона);
* менше 11 – 4–5-й класи якості (водойма брудна, α-мезосапробна або полісапробна зони).

Таблиця 5

Індикаторні групи макробезхребетних за індексом Майєра

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Безхребетні – мешканці чистих вод, А** | **Безхребетні – мешканці помірно забруднених вод, В** | **Безхребетні – мешканці забруднених вод, С** |
| Личинки веснянок | Бокоплави | Личинки комарів-дзвінців |
| Личинки одноденок | Річковий рак | Личинка мулової мухи (криска) |
| Личинки волохокрильців | Личинки бабок | Водяний віслючок |
| Личинки вислокрильців | Личинки комарів-довгоніжок | Легеневі молюски – ставковики, витушки, котушки |
| Крупні двостул­кові молюски (перлівниці, жабурниці) | Дрібні двостул­кові молюски (дрейсени, горо­шини, шарівки) | Личинки мошок |
|  | Зябродихаючі черевоногі молюски – живородки | Малощетинкові черви |

Приклад: у пробі знайдені такі донні безхребетні: мало­щетинкові черви, п’явки, крупні двостулкові молюски (перлівниця), черевоногі молюски (витушки), водяні віслючки, во­дяні кліщі, личинки одноденок, личинки волохокрильців, личинки бабок, личинки комарів-довгоніжок, личинки комарів-дзвінців, личинки мошок, личинки жуків, личинки мокреців, водяні клопи. З них 3 групи (личинки одноденок, волохокрильців і крупні двос­тулкові молюски) зазначені у першому стовпчику таб­лиці (А), інші дві (личинки бабок, комарів-довгоніжок) – у другому (В), і 5 (личинки комарів-дзвінців, водяні віслючки, личинки мошок, молюски-котушки, малощетинкові черви) – у третьому (С). Водя­ні клопи, личинки жуків, п’явки, личинки мокреців і водяні кліщі у даному методі не належать до організмів- індикаторів (у таблиці не наведені), тому під час підра­хунку значення індексу Майєра не враховуються. Отже: *S* = 3 × 3 + 2 × 2 + 5 × 1 = 9 + 4 + 5 = 18.

Тобто водойма належить до олігосапробної зони (вода чиста, другий клас якості).

**4. Характеристика окремих видів гідробіонтів та їх індикаторна здатність**

***Макрофіти***

Рослини з плаваючими на поверхні води листками

Серед рослин з плаваючими листками виділяють 2 гру­пи: *вільноплаваючі* (ряска мала, ряска горбата, спіродела багатокоренева, жабурник звичайний, сальвінія плаваюча, вольфія безкоренева) і *укорінені* (глечики жовті, латаття біле, водя­ний горіх плаваючий).

Вільноплаваючі на поверхні води рослини. Для розвитку рослин цієї екологічної групи необхідною умовою є наявність ділянок з обмеженою динамікою водних мас (відсутність течії, захищеність мілководь від вітро-хвильового впливу), а також висока концентрація поживних речовин у воді, тому що росли­ни поглинають їх з неї. Значний розвиток вільноплаваючих рослин у водоймі є ознакою високого ступеня евтрофування водойми або розвитку заболочення.

Майже скрізь, де є стояча вода, можна побачити ряску. Суцільним зеленим килимом вона вкриває озера, ставки, меліоративні канали. Назва ряски «lетпа» грецькою означає «болото, озеро», це мешканець вод, багатих на органічні сполу­ки, з мулистими донними відкладами. Ряски – одні з небага­тьох водяних рослин, у яких не розвинуті листки. Маленькі зе­лені пластинки (*листеці*), які плавають на поверхні води, подібні до листків, однак це стебла. Зрідка можна побачити поодиноко плаваючу ряску, зазвичай рослини сполучені у невеликий ланцюжок, який утворюється при вегетативному розмноженні. За сприятливих умов вегетативне розмножен­ня відбувається дуже швидко, і ряски здатні за короткий проміжок часу вкрити велику площу. Пізньої осені водойми «очи­щуються» від килимів рясок, але не всі рослини відмирають, деякі з них накопичують крохмаль і занурюються у товщу води або на дно, де і зимують.

Найпоширенішою у наших водоймах є ряска мала. Її ли­стеці округлі, розміром 2–4 мм, мають один корінець довжиною 1–4 см, головна функція якого – не дати рослині перекинутися, тобто це орган рівноваги. Для цього на його кінці є по­товщення – ковпачок. А живлення ряски відбувається за до­помогою нижньої поверхні пластинки. Подібна до ряски малої спіродела багатокоренева, але вона дещо більша і має пучок корінців.

До ряскових належить найменша квіткова рослина – вольфія безкоренева, яка схожа на плескату з однієї сторо­ни кульку діаметром близько 1 мм, що плаває на поверхні во­ди. Трапляється у невеличких мілководних водоймах, які ба­гаті на органічні речовини. Масовий розвиток цієї рослини можна спостерігати лише наприкінці літа, коли достатньо прогрівається вода. Її угруповання є індикатором евтрофних мілководних замулених ізольованих водойм. Вольфія – до­сить рідкісний вид водяних рослин, занесений до Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С2)[[3]](#footnote-3). Її угруповання також вважаються такими, що знаходяться під загрозою, оскільки їх площа повсюдно скорочується (вхо­дять до Червоного списку угруповань водяних макрофітів України).

Суцільні зарості рясок утруднюють проникнення соняч­ного світла і обмежують розвиток інших водяних рослин. Ряски здатні витримувати значне забруднення водойм, при якому розвиток інших макрофітів стає неможливим. Домінування угруповань рясок у водоймі є індикатором поси­лення процесів заболочення.

На поверхні води багатих на органічні речовини водойм плаває невелика папороть сальвінія плаваюча. Її зовнішній вигляд (кілька кілець по три листочки) не нагадує інші папо­роті. Два з листочків овальні, плаваючі, а третій – занурений, схожий на корінь і виконує його функції. Плаваючі листочки вкриті численними волосинками і не змочуються водою, що важливо для про­цесів фотосинтезу і газо­обміну Надмірне антропо­генне евтрофування водойми сприяє розвитку угруповань даного виду, який може мати спалахоподібний вигляд. За сприятливих умов «килим» сальвінії наприкінці літа швидко розростається, завдяки вегетативному розмноженню, повністю затінюючи водну товщу. Це обмежує розвиток інших рослин. Сальвінію можна розглядати як індикатор мезо-евтрофних мілководних слабкопроточних водойм з високим вмістом органо-мінеральних речовин у воді і донних відкла­дах. Сальвінія – вид, що перебуває під охороною, її занесено до Червоної книги України і Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С2).

Найбільшою нашою рослиною, що вільно плаває на по­верхні води, є жабурник звичайний. Його округлі листки ма­ють довгі черешки і зібрані у розетку. За формою вони нагаду­ють листки латаття, однак набагато менші. Від кожної розетки донизу відходить пучок коротких коренів, за допомогою їх рослина живиться. Росте жабурник лише на захищених від вітру і течії ділянках водойм, багатих на мінеральні і ор­ганічні речовини. За літо одна рослина може утворити до 10–20 нових, через це жабурник швидко поширюється у во­доймі. Помірне забруднення водойми органічними речовина­ми сприяє розширенню його заростей. Вид є індикатором мезо-евтрофних водойм з багатими на органічні речовини дон­ними відкладами. Витримує помірне антропогенне забруднен­ня: позитивно реагує на внесення добрив у ставки, потраплян­ня стоків із тваринницьких господарств чи пасовиськ. Характерний для початкових стадій заболочення водойми.

Укорінені рослини з плаваючими листками. Рослини цієї екологічної групи є, здебільшого, мешканцями захищених ділянок водойм із стоячою або слабкопроточною водою. Вони є «візитівкою» наших озер, ставків і заплавних водойм. Їх ще об'єднують у групу індикаторів лімнофільних умов.

Типовими представниками рослин цієї групи є латаття. У водоймах України трапляється два види, екологічні особливості яких (а, от­же, і біоіндикаторна властивість) подібні: латаття біле і латаття сніжно-біле. Ці рослини найчастіше ростуть у во­доймах на глибині 0,5–1,5 м, іноді утворюючи значні зарості. Їх можна розпізнати завдяки великій білій квітці з приємним тонким ароматом, діаметр якої може досягати 15 см. У латаття сніжно-білого квітки дещо меншого розміру, цей вид більш по­ширений у північних регіонах України, тоді як латаття біле – вид південніший і масовіший. Плаваючі листки мають велику серцеподібно-овальну листкову пластинку діаметром до 30 см. Вони прикріплені довгими черешками до товстого кореневи­ща, яке перебуває на дні водойми. Листкова пластинка міцна, її не руйнують хвилі, зверху вкрита восковим шаром тому не змочується водою. Продихи є лише на верхній частині листка. Наприкінці осені плаваючі листки латаття відмирають. Цікаво, що латаття може існувати не лише у воді, але і на суші. Ко­ли рівень води у водоймі низький, рослина на вологому мулі утворює наземну форму у вигляді компактної розетки листків. При посиленні евтрофування водойми життєздатність і продуктивність заростей цих видів різко зменшується. Латаття є індикатором евтрофних водойм з мулистими донними відкладами, що не зазнають значного антропогенного забруднення.

Глечики жовті є найближчим родичем латаття. Назву рослина отримала завдяки формі плодів, які нагадують ма­ленький глечик. Яскраво-жовті квітки глечиків мають своєрідну будову: чашолистки великі і забарвлені, а чисельні пелюстки дрібні, вони знаходяться усередині квітки разом із тичинками. У мулистих донних відкладах розвивається довге повзуче кореневище рослини товщиною з руку, довжина якого може досягати 6 м. Воно містить запас поживних речовин, необхідних рослині для розвитку наступного року навесні. Кореневище глечиків може утворювати густе сплетіння, яке під час втрати зв'язку з дном, здатне спливати на поверхню води, утворюючи своєрідні плаваючі острівки. Глечики, на відміну від латаття, – вид, що надає перевагу ділянкам з течією або активним перемішуванням води хвилями. І хоча, зазвичай, вони ростуть у озерах і ставках, однак трапляються і у руслі річки із знач­ною течією на глибині до 3 м. За таких умов формуються лише занурені листки: тонкі, віялоподібні хвилясті пластинки. Гле­чики одними з перших зникають із складу заростей макрофітів у водоймі, що зазнає ізоляції і надмірної евтрофікації. Вони є індикаторами мезо-евтрофних умов і відсутності при значному забрудненні.

Наземну форму гірчака земноводного можна зустріти вздовж берегів водойм, на заплавних, заболочених луках, ділян­ках постійного підтоплення. Його ж водна екоморфа має плаваючі листки і поширена на слабкопроточних плесах річок, у заплавних водоймах, озерах, ставках, на мілководдях водосхо­вищ. Розпізнати рослину можна завдяки продовгувато-ланцетним зеленим шкірястим листкам і яскраво-рожевому суцвіттю – колосу, що росте над водою. Рослина трапляється як в оліго-мезотрофних, так і мезо-евтрофних водоймах, успішно розви­вається на ділянках, де спостерігається засолення.

Водяний горіх плаваючий трапляється у заплавних озе­рах, а також річках, водосховищах на глибині 0,5–1,5 м. На поверхні плавають великі розетки ромбоподібних листків, які за формою нагадують листки берези. На черешках у них є потов­щення – особливі поплавці, виповнені повітряною тканиною. Вони дуже розростаються до осені, коли виникає необхідність утримувати на поверхні води листки з достиглими плодами. У пазухах листків містяться невеликі білі квітки, плоди достига­ють у вересні, їх форма своєрідна – це чорні або темно-корич­неві рогаті горіхи. Завдяки незвичній формі плоду, рослина отримала багато народних назв: чортів горіх, водяний каштан, рогульник, чилім. Водяний горіх є індикатором евтрофних слабкопроточних водойм. Помірне евтрофування стимулює розвиток його заростей. Вид занесений до Червоної книги України і Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С2). Однак на сьогодні у водосховищах дніпровського каска­ду відбувається значний розвиток заростей цього виду.

У деяких водоймах України подекуди можна натрапити ще на одну рослину з плаваючими листками, найрідкіснішу з описаних. Це плавун щитолистий – невелика рослина з ли­стками, схожими на мініатюрні листки латаття (діаметр лист­кової пластинки сягає 10 см). Його жовті квітки зібрані у неве­личкі, підняті над водою зонтики. До дна водойми рослина прикріплюється тонким повзучим кореневищем. Плавун добре пристосований до коливання рівня води у водоймі. Річ у тім, що довгі черешки листків і квітконоси можуть скручуватися. Під час високого рівня води спіралі розкручуються, і листки, і квітки піднімаються на поверх­ню. Коли ж рівень води понижається – спіраль знову закручується. За значного зменшення рівня води плавун може утворювати наземну форму як у ла­таття і глечиків. Росте в озерах, старицях, на мілко­воддях лиманів, водосхо­вищ. При забрудненні, за­соленні водойми, посиленні її ізоляції і евтрофуванні зарості плавуна розріджуються і деградують. На сьогодні плавун – рідкісний вид, що перебуває під загрозою зникнення. Його зане­сено до Червоної книги України і Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С2), його угруповання підляга­ють охороні як такі, що знаходяться під загрозою зникнення.

В ізольованих і слабкопроточних заплавних водоймах, на плесах ставків, водосховищ можна також зустріти групу рдесників, що мають плаваючі листки. Найпоширенішими се­ред них є рдесник плаваючий і рдесник вузлуватий. Ці два види досить схожі між собою за будовою і умовами існування, однак рдесник плаваючий більш характерний північним і центральним регіонам України, тоді як рдесник вузлуватий надає перевагу південним водоймам. Обидва види мають листки двох типів: занурені (ланцетні, сидячі, довжиною до 30 см) і плаваючі, на довгих черешках. У рдесника плаваючого досить ра­но відмирають підводні листки, а плаваючі – більш округло-серцевидної форми, тоді як у рдесника вузлуватого підводні листки зберігаються довше, а плаваючі мають овальну або ланцетоподібну форму. Обидва види трапляються на мілководдях з глибинами 0,5–1,5 м і мулисто-піщаними донними відкла­дами, багатими на органічні і мінеральні речовини, у поясі рослин з плаваючими листками. Рослини надають перевагу мезотрофним і мезо-евтрофним умовам, здатні витримувати незначну евтрофікацію. Рдесник плаваючий може розвиватися на ді­лянках, що зазнають незначного антропогенного впливу: не­значна кількість мінеральних і органічних речовин, що по­трапляють у водойму, може сприяти розростанню заростей цього виду, однак рослина не витримує впливу концентрова­них стічних вод.

До рдесників, що формують плаваючі на поверхні води ли­стки, у наших водоймах належить рдесник злаколистий. Йо­го плаваючі листки менші (листкові пластинки шириною 3 см, довжиною – 6 см). Ще одна назва цього виду – рдесник різнолистий – обумовлена тим, що рослина має також добре сформовані підводні листки, видовжені, плоскі, серповидно зігнуті. Рослина утворює зарості у водоймах, бідних на ор­ганічні сполуки: великих озерах, у руслах річок із слабкою течією, на відкритих мілководдях водосховищ, де постійним є вітро-хвильовий вплив. На глибині понад 1,5 м або рано на­весні вид може не формувати плаваючих листків. Може витримувати незначне осушення, але зникає при заболоченні водойми. Лімітуючим чинником поширення рдесника злаколистого у водоймі є прозорість, саме тому цей вид зникає одним із перших при помутнінні води через антропогенне евтрофування. Вид вважають індикатором оліго-мезотрофних водойм, бідних на сполуки нітрогену. Він один з перших заселяє піщані трансформовані ділянки мілководь.

Рдесник альпійський – надзвичайно рідкісний вид серед водяних рослин України. Його можна зустріти лише у дуже чи­стих, бідних на органічні сполуки оліготрофних водоймах з піщаними донними відкладами – гірських озерах, водоймах високогірних боліт. Рослина має два типи листків: занурені – ланцетні, тоненькі і плаваючі – шкірясті, червонуватого кольору. Зниження рівня води і евтрофування призводить до зникнення даного виду з водойми. Є індикатором оліготроф­них і оліго-мезотрофних незабруднених водойм. Рдесник альпійський занесений до Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С1), а його угруповання вважаються таки­ми, що знаходяться на межі зникнення і потребують охорони.

Занурені у воду рослини

Рослини, що належать до цієї екологічної групи, неспро­можні жити поза водним середовищем. Угруповання певних видів таких макрофітів можуть бути ознакою як озерних (лімнофільних) умов, так і річкових (реофільних). Трапля­ються тут і мешканці заболочених біотопів. Серед них виділя­ють групу укорінених занурених рослин і неукорінених, які плавають у товщі води.

Укорінені занурені рослини. Лише у дуже чистих, бідних на органічні сполуки оліго-мезотрофних водоймах з піщаним дном можна зустріти молодильника озерного. Це непомітна, ду­же дрібна (довжиною 5–20 см) рослина з укороченим бульбоподібним стеблом і зібраними у розетку шилоподібними видов­женими листками шириною 1,5–2,0 мм. Молодильник – рідкісний, реліктовий вид, що належить до плауноподібних. Він є індикатором відсутності антропогенного забруднення і непорушених піщаних мілководь. Зникає при рекреаційному на­вантаженні на чисті озера. У наш час цей вид знаходиться на межі зникнення, він занесений до Червоної книги України і Червоного списку водяних макрофітів України (категорія В2).

Окремою групою укорінених занурених водяних рослин є рдесники. Вони найбільш характерні для річок, відкритих плес водойм. З цим пов'язана і латинська назва роду Роtamogeton (potamos – ріка, getton – спорідненість). Велика цінність заростей рдесників як місць існування чис­ленних безхребетних тварин (основи раціону птахів і риб), а також чудових нерестовищ фітофільних видів риб. Серед цих видів розрізняють широколисті рдесники – види, у яких формуються добре виражені підводні широкі листкові пластинки різної форми (рдесники пронизанолистий, блиску­чий, кучерявий, довгий) і вузьколисті рдесники, які відрізняються вузенькими (менше 1 см завширшки), витягну­тими листками, які можуть набувати ниткоподібної або ж волосовидної форми (рдесники гребінчастий, туполистий, сплюсну­тий, волосовидний, маленький та ін.).

Широко поширений у річках і озерах представник широ­колистих видів – рдесник пронизанолистий. На дні водойми перебуває довге (до 17 м) кореневище, від якого відходять стеб­ла (довжина до 2 м, можуть сягати і 6 м). На них почергово розміщені яйцеподібні листки без черешків, які наче обгортають стебло. Під час цвітіння над поверхнею води виглядає жовтува­то-зелене колосоподібне суцвіття. Вид вирізняється широкими можливостями адаптації до умов існування і може існувати на рівнині, у гірській місцевості, як у прісних проточних чи замкнутих водоймах, так і у слабкосолоних біотопах з піщани­ми чи мулистими донними відкладами. Однак надає перевагу водоймам із незначним вмістом завислих частинок у воді і досить великою її прозорістю. Може рости при незначному антропогенному евтрофуванні водойми. При інтенсивному внесенні органіки або органічних і міне­ральних добрив – зникає. Вид вважають індикатором мезо-евтрофних і евтрофних слабкозабруднених проточних вод.

Рдесник блискучий надає перевагу озерним піщаним біотопам із незначною проточністю. Він має плівкоподібні ши­рокі продовгувато-яйцевидні підводні листки, які просвічу­ються. На них дуже добре помітне сітчасте жилкування. За­рості даного виду надають перевагу водоймам із слабкокислою або луж­ною водою, бідним на нітрогенвмісні сполуки, високою прозорістю води і піщаними, глинистими чи глинисто-мулистими донними відкладами. Підвищення трофності водойми через антропогенне забруднення спричиняє деградацію його заростей. Є індикатором мезо-евтрофних, незабруднених водойм.

Індикатором незабруднених мезотрофних слабкопроточних водойм є ще один вид широколистих рдесників – рдесник довгий. Цю рослину з довгими, продовгувато-ланцетними сидячими листками, довжиною 10–15 см і шириною до 4,5 см зрідка можна зустріти у заплавних водой­мах, озерах чи річках з незначною течією. Посилення антропогенного впливу на водойму, а також зменшення рівня води у ній у вегетаційний період призводить до деградації його угрупо­вань. Через евтрофікацію водойм і знищення природних біотопів, сьо­годні цей вид є досить рідкісним і по­требує охорони, його занесено до Чер­воного списку водяних макрофітів Ук­раїни (категорія С3).

На відміну від попереднього ви­ду, рдесник кучерявий є індикато­ром евтрофних водойм, багатих на сполуки кальцію і органічні речови­ни (наприклад, його поява у рибних ставках може бути свідченням того, що були внесені завеликі дози вапна). Вид отримав свою назву завдяки витягнутим, широколінійним, хвилястим листкам. Утворює зарості в озерах, річках з незначною течією, заплавних водоймах, ставках. Ма­совий розвиток його угруповань можна спостерігати, зазвичай, на початку літа, згодом рослина відмирає. За посиленого антропогенного евтрофування, особливо стічними во­дами, збагаченими органічними речовинами, продуктивність і життєздатність виду не змінюється. За таких умов можна спостерігати збільшення площі заростей рдесника кучерявого.

Більшість видів з групи дрібнолистих рдесників є індика­торами чистих водойм. Так, рдесник гостролистий росте у прозорих водоймах, де інтенсивно відбуваються процеси розкладання органічної речовини та її мінералізація. В оліго-мезотрофних і мезо-евтрофних водоймах можна зустріти зарості рдесника туполистого (трапляється на ділянках накопичення опаду, що розкладається, зокрема у затоках, неподалік від очеретяних угруповань). Для водойм більшої трофності (мезо-евтрофних і евтрофних), проточних і замкнутих характерні угруповання рдесників сплюснутого, малого, волосовидного (надають перевагу зонам акумуляції і прибережним ділянкам русел річок з піщаним і піщано-мулистим дном). Всі ці види здатні витримувати помірне забруднення. Більшість дрібнолистих рдесників сьогодні – рослини досить рідкісні. Рдесники сплюснутий, волосовидний і туполистий занесено до Червоно­го списку водяних макрофітів України (категорія С3), а їх уг­руповання підлягають охороні як такі, що знаходяться під за­грозою зникнення.

Рдесник гребінчастий – єди­ний представник дрібнолистих рдес­ників, який, за відсутності інших видів рдесників, можна розглядати як індикатор значного забруднення водойми. Це рослина з дуже розга­луженим кореневищем і вузькими, схожими на довгі м’які щетинки, ли­стками. Біля основи листків прили­стки формують довгу трубкоподібну піхву, яка є діагностичною ознакою цього виду. Квітконоси – довгі і ниткоподібні, на яких ніби нанизані округлі колосовидні суцвіття. Рдесник гребінчастий трапляється у водоймах усіх типів, надаючи перевагу прибережним мілководним замуле­ним ділянкам. Може витримувати засолення, тому широко по­ширений у солонуватоводних водоймах Півдня (може рости при солоності води до 16–17‰). Завдяки своїй толерантності до забруднення, його можна зустріти у стічних канавах, на ділянках скидання забруднених вод підприємствами кому­нального чи сільського господарств. Його масовий розвиток можна спостерігати у рибних ставках після внесення доб­рив. Рдесник гребінчастий тимчасово здатен витримувати ду­же високі концентрації забруднюючих речовин, витримує коливання рівня води. Вид є індикатором процесів ант­ропогенного забруднення водойм і водотоків, зокрема стічними водами, і водойм із високою жорсткістю води.

Елодея канадська – рослина, яку завезли у 1836 р. до Європи з Північної Америки, і вона дуже швидко заселила водойми європейських країн, згодом з’явилась у Австралії і Новій Зе­ландії. Назва цього виду виникла від грецького слова «*elodis*», що означає «болотяний». Але трапляється елодея у найрізноманітніших прісних водоймах. Її немає лише у високогірних озерах. Дуже полюбляє заплавні озера, меліоративні канали, де може утворювати цілі підводні килими. Рослина має розгалужене стебло, на якому кільцями розміщені невеликі довгасті листки. У наших умовах розмножується лише вегетативно, оскільки в Європі трапляються лише жіночі особини. Розростається над­звичайно швидко, за короткий проміжок часу може заполони­ти велику площу. Не випадково її називають «водяною чу­мою». Слабкий розвиток елодеї спостерігається на ділянках з високим вмістом гумінових кислот і за посиленої антропогенної евтрофікації. Елодею можна розглядати як індикатор незначного антропогенного забруднення, високої прозорості води і невеликого вмісту завислих речовин.

Наяда морська – рослина з розгалуженим ламким колінчастим стеблом і м’ясистими лінійними, з краю крупнозубчастими листками. Вона трапляється в озерах, старицях, ставках, каналах, на мілководних ділянках великих водосхо­вищ, надаючи перевагу слабкопроточним водоймам з піщаними донними відкладами. При посиленні антропогенного евтрофування водойми, зарості даного виду розріджуються і дегра­дують. € індикатором мезо-евтрофних і евтрофних водойм з помірним забрудненням.

Види роду водопериця зовні схожі на витончені мініатюр­ні ялиночки, які колише слабка течія. Рослина прикріплена до ґрунту кореневищем. На довгому стеблі кільцями розташовані тонкі, перисторозсічені, м’які листки. Суцвіття піднімається над водою і складається із дрібних блідо-рожевих квіток, що зібрані у рідкий колос. Як і багато інших водяних рослин, водо­периця добре розмножується вегетативно за допомогою будь-якої частини. Восени на кінцях гілочок утворюються зимуючі бруньки. В наших водоймах поширені 3 види цього роду, які чітко відрізняються своїми біотопами та індикаторними влас­тивостями.

Водопериця червоноквіткова має листочки, розміщені у кільцях по 4. Вона росте у чистих і прозорих оліготрофних і оліго-мезотрофних водоймах, збіднених на органічні речовини, уникає ділянок, багатих на сполуки нітрогену. Не витримує ан­тропогенного евтрофування, при якому дуже швидко зникає.

У водопериці колосистої, як і у попереднього виду, лист­ки розташовані кільцями по 4, іноді по 3. Однак її квітконос завжди прямий, піднімається над водою, суцвіття – довжиною до 10 см. Рослина утворює зарості, інколи досить по­тужні, в евтрофних водоймах. Надає перевагу водоймам, що багаті на сполуки кальцію. За таких умов її стебла і листки вкривають­ся вапняним нальотом. Вид вимогливий до високої температу­ри і вмісту СО2 у воді. Толерантний до забруднення, надходження органічних речовин із стічними водами стимулює його розвиток. Можна спостерігати масовий розвиток угруповань водопериці колосистої у водоймах поблизу тваринницьких ферм чи у рибних ставках, куди вносять органічні добрива. Є індикатором евтрофних вод, що зазнають значного забруд­нення стічними водами з високим вмістом мінеральних і ор­ганічних сполук.

Водопериця кільчаста, на відміну від двох попередніх, має по 5 листків у кільці. Вона трапляється у мезотрофних слабкопроточних заболочених водоймах з потужними мулисто-піщаними донними відкладами. Поси­лення антропогенного евтрофування спричиняє пригнічення розвитку цієї рослини і зникнення її угруповань із водойми.

Зовні схожий на водопериці пла­вушник болотяний. Його листки нагаду­ють двосторонні гребінці, оскільки розсічені на довгі пірчасті лінійні частин­ки. Листорозміщення у рослини – несправжньокільчасте (листки розміщені по 2–6, дуже щільно один біля одного, ніби утворюють кільце). Великі біло-рожеві квіти зібрані у китицю, що високо стирчить над водою. Плавушник росте у заболочених біото­пах: заплавні водойми, заболочені ліси, потічки, канави, малі річки, мілководдя водосховищ. Надає перевагу слабкопроточним ділянкам з мулистим і мулисто-торф’янистим дном. Його зарості можуть бути дуже щільними, повністю вкривати поверхню води, що унеможливлює розви­ток інших макрофітів. Чутливий до ант­ропогенного евтрофування, при поси­ленні забруднення водойми органічними речовинами, спостерігається пригнічення розвилку стебла рослини. Є індикатором неза­бруднених мезотрофних водойм із знач­ним вмістом детриту у донних відкладах.

Водяна сосонка звичайна – ще од­на рослина, яка за формою нагадує ялин­ку, зазвичай, лише частково занурена у воду. Вона має довге повзуче кореневи­ще, порожнисте членисте стебло і цілісні лінійні листки, що розташовані кільця­ми (нижні – по 4–6 у кільці, середні і верхні – 6–16, відігнуті до низу). Квітки у рослини дуже дрібні, непримітні, заховані у пазухах листків. Росте водяна сосонка у евтрофних водоймах: ставках, озерах, невеличких річках, меліоративних каналах, на мілководдях водосховищ, скрізь, де є перемінний рівень води. Трапляється на мулистих луках, болотах. Є індикатором інтенсивного утворення му­лу і посилення процесів заболочення у водоймі.

Водяні жовтеці широко поширені у наших водоймах. Во­ни, зазвичай, прикріплені до дна, але зрідка відриваються і вільно плавають у воді. Листки, залежно від виду, можуть бути лише занурені або і занурені, і плаваючі. Занурені листки у всіх жовтецевих розсічені, ниткоподібні, округло-віялоподібні в об­рисах; плаваючі – можуть мати різну форму, яка змінюється залежно від умов середовища: лопатеві, ниркоподібні чи ок­ругло-щитовидні (за відсутності течії) чи розсічені (при її на­явності). Упізнаються ці рослини завдяки крупним (до 2 см у діаметрі) яскраво-білим квіткам з жовтою серединкою.

У гірських водотоках і чистих рівнинних річках з течією і щебенистим дном росте водяний жовтець плаваючий, підводні ниткоподібні листки якого можуть бути довжиною до 30 см. Вид є індикатором незабруднених мезотрофних вод, значної швидкості течії і акумулятивно-ерозійних процесів.

На злегка замулених піщаних мілководдях замкнутих або слабкопроточних мезо-евтрофних водойм можна натрапити на водяний жовтець водяний. У цього виду добре розвинуті плаваючі листки, форма яких визначається умовами біотопу. Вид надає перевагу мілководним (зокрема і тимчасовим) водой­мам, що добре прогріваються. Здатен переходити у наземну екоморфу. Є індикатором мезо-евтрофних водойм. За умов по­силення евтрофікації спочатку спостерігається активний роз­виток його угруповань, а після певної межі – їх деградація. Вид досить рідкісний і потребує охорони. Занесений до Черво­ного списку водяних макрофітів України (категорія С2).

Водяний жовтець закручений – надає перевагу водой­мам з ще більшою трофністю. Він не формує плаваючих лист­ків, а його підводні листочки короткі, щетинкоподібні, чітко округлі в обрисах. Вид поширений у мілководних замкнутих або слабкопроточних водоймах (озера, заплавні водойми, рибні ставки, водно-болотні масиви та ін.). Надає перевагу заболоченим ділянкам, мулистому ґрунту, багатого на сполуки кальцію, воді із високою мінералізацією (інколи трапляється у солонуватих водах). Здатен витримувати значне забруднення водойми, але зникає на ділянках, куди безпосередньо потрап­ляють стічні води, збагачені мінеральними речовинами (зок­рема, змиті із сільгоспугідь добрива). Є індикатором евтрофних водойм із лужною реакцією води.

До занурених у водну товщу неукорінених макрофітів відносяться ряска триборозенчаста, річчія плаваюча, різні ви­ди куширів, пухирників, альдрованда пухирчаста. Деякі із ма­крофітів займають проміжне положення: так, водяний різак алоевидний має 2 екологічні форми – залежно від стадії роз­витку і глибини може як осідати на дно водойми, так і спли­вати на його поверхню.

У воді, у зануреному чи напівзануреному стані, на захище­них плесах озер плаває великий кущ, дещо подібний до кімнат­ної рослини – алое. Його численні лінійні листки довжиною до метра зібрані у велику розетку. Вони товсті і ламкі, з пилча­стим краєм, об який можна легко порізатися. Ці риси зумовили назву рослини – водяний різак алоевидний. Рослина має цікаву особливість: весною вона занурена, а під час цвітіння – піднімається на поверхню. Восени розетки знову опускаються на дно і там зимують. Інколи різак росте на глибині 2–3 м (за­токи великих озер, стариць), тоді він увесь час перебуває у за­нуреному стані. Зазвичай у мілководних заболочених озерах утворює зарості, що вкривають значні площі. У деяких випад­ках рослини розміщуються у декілька шарів, виповнюючи усю товщу води глибиною до 2 м. При різкому зменшенні рівня води, рослини можуть нетривалий час рости на вологому мулі. Різак надає перевагу донним відкладам, багатим на органічні речови­ни. Вид можна розглядати як гарний індикатор заболочення водойм, а також помірного і середнього рівнів антропогенного впливу, оскільки незначне евтрофування водойми сприяє посиленню розвитку його угруповань.

На відміну від попередніх двох видів рясок, котрі плавають на поверхні води, ряска триборозенчаста мешкає у її товщі. Пластинки напівпрозорі, ланцетовидні, довжиною до 2 см, поєднані зигзагоподібним чином у ланцюжки. Помірний розвиток угру­повань даного виду є індикатором мезотрофних замкнутих во­дойм з мулистими або торф'янистими донними відкладами. Може розвиватися у водоймах з підвищеною солоністю.

Чи ненайпоширенішим серед занурених неукорінених рослин є кушир темно-зелений (занурений). Ця рослина надає перевагу стоячим водоймам, багатим на органічні речо­вини, з потужними мулистими відкладами, де здатна утворю­вати підводні «луки», заповнюючи усю товщу води. Рослина коренів не має і поглинає необхідні їй речовини усією по­верхнею тіла. Кушир на вигляд скидається на щільну гілочку ялинки, стебло рослини галузисте, вкрите кільцями колючих дуже розсічених ниткоподібних листків. Вид здатен рости за значного антропогенного евтрофування водой­ми, через що масовий розвиток його угруповань може розгля­датися як індикатор забруднення.

Кушир підводний, або напівзанурений від попереднього виду відрізняється як елементами будови, так і екологічною приуроченістю. Насамперед, зовні цей вид значно тендітні­ший, мереживніший: листки його довгі (до 10 см), гілочки більш розсічені (3–4-дихотомічно розгалужені), плоди не ма­ють характерних шипів. На відміну від куширу темно-зелено­го – типового мешканця високотрофних водойм, кушир напівзанурений надає перевагу слабкопроточним, зазвичай заболоченим водоймам з піщаними чи мулисто-піщаними дон­ними відкладами з високою прозорістю води. Є індикатором мезотрофних водойм з ознаками заболочення. Слід зазначити, що рослина досить рідкісна, занесена до Червоного списку водяних макрофітів України (категорія С3), а її угруповання необхідно охороняти, оскільки їх площі постійно скорочуються.

Незвична і рідкісна рослина – альдрованда пухирчаста. Вона належить до групи комахоїдних рослин, занесена до Черво­ної книги України і Червоного списку водяних макрофітів Ук­раїни (категорія С2), її угруповання підлягають охороні як ті, що знаходяться під загрозою зникнення. Це невелика, занурена у во­ду рослина довжиною 10–30 см, з листками, зібраними у кільця. Будова листків дуже цікава – їх пластинка складається з двох напівкруглих половинок, які і утворюють «ловецьке знаряддя» і закриваються, коли у них потрапляє дрібна водяна тваринка. Рос­лина, здебільшого, трапляється у заболочених водоймах чи серед заростей повітряно-водяних рослин (найчастіше очерету), у біото­пах, що характеризуються незначною кількістю доступних по­живних речовин, власне через що і виникла необхідність у полю­ванні. Альдрованда є індикатором мезотрофних умов, водойм, ба­гатих на гумінові кислоти. Хімічне і біологічне (зокрема, масо­вий розвиток елодеї канадської) забруднення, засолення, евтрофікація, меліорація і зарегулювання стоку – ось перелік чин­ників, що спричинює зникнення угруповань даного виду.

Ще одна комахоїдна рослина нашої флори – пухирник звичайний – темно-зеленого кольору, здатна до фотосинтезу, однак за деяких умов потребує додаткового живлення. Стебло і дуже розсічені листки (коренів не має) занурені у воду, а над поверхнею під час цвітіння височіє квітконос із яскраво-жовтими, порівняно великими квітками. На листках багато пухирців – своєрідних мішечків діаметром до 2 мм. Вони і да­ли назву рослині (utricula – пухир, мішечок). Пухирці – ловецькі утвори – мають клапани, які відкриваються досереди­ни і оточені чутливими волосинками. Пухирник надає перева­гу заболоченим водоймам підвищеної трофності, з мулисто-торф'янистими донними відкладами.

**Повітряно-водяні рослини**

Повітряно-водяні рослини трапляються вздовж берегів і на ділянках підтоплення і через свій земноводний спосіб життя, насамперед, асоціюються з процесами заболочення і заростан­ня водойм. Частина видів цієї групи (куга озерна, сусак зон­тичний, стрілолист стрілолистам, частуха подорожникова та ін.) є піонерами у формуванні заростей на пісках чи алювіаль­них відкладах. Через розростання угруповань повітряно-водяних рослин і акумуляцію у заростях наносів і відмерлих решток рослин, відбувається заростання заплавних водойм, їх поступове заболочування і відмирання.

Найпоширенішим представником цієї екологічної групи є очерет звичайний. Росте у річках, озерах, на болотах і забо­лочених луках, у заплавних лісах, утворюючи іноді величезні масиви плавнів. Упізнається вид завдяки своїм сизувато-зеле­ним листкам і фіолетовим суцвіттям-волотям, які наприкінці літа розпушуються. У південних районах очерет може сягати до 5 м висотою. Вид характеризується широкою еко­логічною пластичністю – трапляється від заплав рівнинних річок до гірських масивів на висоті до 4000 м над рівнем моря. Зазвичай він росте у водоймах на глибині 0,2–1,5 м (іноді до 3 м), трапляється і далеко від водойм, у місцях з високим рівнем ґрун­тових вод. Добре витримує надмірне засолення, тому росте на берегах морів і лиманів, солоних озер. Здатен витримувати значні коливання рівнів води.

Широка екологічна пластичність виду сприяє його стійкості до забруднення водойм. За умов значного антропоген­ного евтрофування водойми, продук­тивність заростей очерету може значно збільшуватись. Зниження продуктивності за­ростей і зменшення їх висоти є свідченням посилення процесів засолення або зниження рівня ґрунтових вод.

Зовні схожою на очерет є зизанія широколиста, або во­дяний рис. Цю рослину, що родом із Далекого Сходу, у сере­дині минулого століття широко використовували для фітомеліорації прибережних мілководь новостворених дніпровсь­ких водосховищ. Від очерету вона відрізняється, насамперед, яскраво-зеленим кольором стебла і листків і стиснутою звер­ху зеленкуватою волоттю. Вид добре прижився у наших умо­вах і поширився. На зарості зизанії можна натрапите на бере­гах заплавних водойм та водосховищах Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця та ін. Росте на мілковод­дях з глибинами 0,1–1,3 м, піщаними чи мулисто-піщаними донними відкладами. Вид розглядають як індикатор початко­вих стадій заростання мілководь на ділянках, де завершилися абразійні процеси.

Звичайною рослиною заболочених місць, берегів водойм є *рогіз*. Багато хто знає його оксамитові коричневі циліндричні качалки на верхівці стебла – це його маточкові квітки. Згори над ними розташована тичинкова частина суцвіття, яка швидко опа­дає. Якщо нижня і верхня части­ни суцвіття розділені проміж­ком – це рогіз вузьколистий, як­що прилягають – рогіз широко­листий. Це великі багаторічні рослини висотою 2,0–2,5 м (іноді до 4 м). На міцному стеблі розта­шовуються стрічкоподібні листки.

Усю рослину пронизує система повітряних каналів. Наприкінці літа достигають плоди – дрібні горішки з білою пушинкою-парашутаком. Рогіз також здатен витримувати широкий спектр умов середовища, однак він більш вимог­ливий до обводнення ґрунту і не витримує тривалого осушення (його зарості поступово деградують і повністю зникають на 3–4 рік після осушення водойми). Розростання угруповань рогозів є свідченням замулення і заболочення водойми.

Повсюдно у заплавах річок, на заболочених луках і берегах водойм трапляється лепешняк великий. Це злак висотою до 1 м, з широкими стрічкоподібними листками, суцвіття – велика багатоколоскова волоть. Насіння і меживузля солодкі на смак, що відображено у науковій назві рослини: «glyceros» – грецькою «солодкий». Лепешняк – типовий болотяний вид, що надає пере­вагу мілководним ділянкам (найкраще росте при глибині 20–30 см) з мулистими, піщано-мулистими і мулисто-торф'яними донними відкладами. Уникає засолених ґрунтів. Незначне ант­ропогенне евтрофування водойми призводить до збільшення продуктивності заростей, при його посиленні – до скорочен­ня площі заростей. Вид можна розглядати як індикатор мезо-евтрофних водойм, незначного рівня антропогенного забруднення, заболочення і відсутності засолення.

Близький вид – лепешняк плаваючий – крім заболочених біотопів, може рости на ділянках із вираженою течією, де утво­рює реофільну екоморфу з довгими плаваючими листками. Трапляється у водоймах із різними типами донних відкладів (піщані, піщано-мулисті, мулисто-торф'янисті, навіть гірські породи), від рівнинних регіонів до гірських водойм. Надає пе­ревагу кислим, збідненим на органічні речовини, відкладам. Незначне антропогенне евтрофування водойми, а також помір­не випасання і викошування витримує добре, може форму­вати зарості на ділянках, забруднених промисловими і побуто­вими стоками, а також швидко освоює мілководдя, що утвори­лися у результаті гідробудівництва. Вид розглядають як інди­катор оліго-мезотрофних водойм, біотопів з кислою реакцією і бідних на органічні сполуки донних відкладів, помірного ант­ропогенного забруднення.

Куга озерна дуже своєрідна на вигляд рослина – над во­дою височіє темно-зелене гнучке стебло циліндричної форми, схоже на лозину, яка зовсім не має листків. Воно виповнене білою повітряносною тканиною, схожою на губку. Стебло закінчується червонувато-коричневим розлогим суцвіттям, яке схоже на пучок маленьких шишечок. Висота рослини – 2,0–2,5 м, але на глибині вона може сягати 4 м. У водоймі куга, здебільшого, росте глибше, ніж очерет і рогози (до 2,5 м). Нерідко утворює великі масиви густих заростей. Кореневища тісно переплітаються на дні і не дають змоги оселятися тут іншим видам. Куга озерна утворює зарості вздовж берегів мезо- і евтрофних замкнутих і слабкопроточних водойм, прісноводних чи слабкосолоних, надає перевагу піщаним і піщано-мулистим донним відкладам. Трапляється на мілководдях озер, ставків, водосховищ, річок.

Ситняг болотяний – ця рослина схожа на кугу у мініа­тюрі: стебла висотою 10–20 см, циліндричні, тоненькі, зелені, закінчуються колосоподібним суцвіттям коричневого кольору. Росте, здебільшого, на мілководдях з глибинами до 30–40 см, хоча загалом адаптована до широкої амплітуди глибин. Рослина трап­ляється у водоймах різного трофічного статусу (від оліготрофних до евтрофних), може рости як на піщаних, так і на замуле­них мілководдях, заболочених луках. Витримує значні коли­вання води, виступає піонером у заростанні новостворених мілководь. При посиленні антропогенної евтрофікації водой­ми вид зникає.

Стрілолист стрілолистий от­римав свою назву завдяки своєрідній формі листків, які нагадують наконечник стріли. Рослина має 3 форми листків: стріло­подібні, які піднімаються над водою; цілковито занурені у воду, нагаду­ють довгі стрічки; плаваючі із стрілоподібною листковою пластинкою. Така диференціація є адаптацією до різної глибини. Квітки білі, зібрані у китицю, розташовані на тригранному, безлистому стеблі. Рослина належить до видів із ши­рокою екологічною амплітудою, однак надає перевагу прибережним мілководдям з глибинами до 0,5 м, з піщаними, глинистими чи піщано-мулистими донними відкладами. Зарості стрілолисту можна зустріти вздовж берегів заплавних водойм (рукавів, ста­риць), заток, меліоративних каналів, у руслах річок, на мілко­воддях водосховищ. Уникає засолених ґрунтів. Посилення ант­ропогенної евтрофікації водойми спочатку спричиняє збільшення біомаси угруповань, але при зростанні забруднення спостерігається деградація заростей стрілолисту. Вид є піонер­ним у заростанні новосформованих біотопів, його можна розглядати як індикатор реофільних умов. Масовий розвиток заро­стей є свідченням частого коливання рівня води у водоймі.

У подібних біотопах трапляється їжача голівка пряма. Рослину дуже легко впізнати завдяки характерній формі суплідь, які схожі на зелені колючі кульки, що по 2–3 розміщуються на розгалуженому квітконосі. Залежно від глибини біотопу рослина може досягати висоти до 1,5–2,0 м. Вона має довгі тригранні кілюваті листки, що, наче мечі, стирчать над водою. За значного підняття води, утворює форми з плава­ючими листками, які плоскі і витягнуті. Має широку еко­логічну пластичність. Трапляється у мезо- і евтрофних водой­мах, на піщаних і піщано-мулистих донних відкладах. На новостворених піщаних мілководдях поширений близький вид – їжача голівка плаваюча. Вона відрізняється від попереднього виду меншими розмірами (висотою 30–50 см), пла­ваючим стеблом і листками. Вид надає перевагу реофільним біотопам. Зменшення зволоження, а також посилення антропогенного евтрофування спричиняє деградацію його угруповань.

Частуха подорожникова також виступає піонером у за­селенні новосформованих мілководь. Свою назву рослина от­римала завдяки повітряним листкам, схожим на великі листки подорожника, що на довгих ніжках стирчать над водою. Вид також має підводні стрічкоподібні, а також плаваючі ли­стки з довгим черешком і довгасто-еліптичною пластинкою. На березі водойми добре помітні білі або блідо-рожеві квітки, зібрані у велике, китицеподібне суцвіття пірамідальної фор­ми. Як і більшість повітряно-водяних макрофітів, вид має ши­року екологічну пластичність і трапляється на узбережжях майже усіх наших водойм (зазвичай до глибини 0,2–0,3 м) чи формує зарості на заболочених луках.

Частуха здатна витримувати незначне засолення. Однак сильне засолення води і ґрунту, надмірна антропогенна евтрофікація пригнічують розвиток її угруповань. Вид є індикатором евтрофних ділянок з проце­сами відкладення алювію.

На березі водойм росте сусак зон­тичний. Особливо ця рослина помітна під час цвітіння, коли на високому, до 1,5 м безлистому стеблі розкривається вели­ка парасолька із численних рожевих квіток. Сусак, як і багато інших видів водя­них рослин, має різну форму листків залежно від глибини існування. У рослин, що мешкають біля берега, розвиваються повітряні довгі тригранні листки (довжи­на їх може сягати 1 м), а на глибині, за наявності течії – занурені стрічкоподібні листки довжиною до 2,5 м. Зазвичай рослина поширена на слабкопроточних піщаних мілководдях, узбережжях і пере­зволожених луках. Зарості сусаку можна зустріти у водоймах різної трофності. Вид здатен витримувати засолення і розвиватися у водоймах із значним антропогенним евтрофуванням і потраплянням стічних вод.

Водяний хрін земноводний утворює зарості на узбережжі евтрофних слабкопроточних водойм з піщано-мулистими, мули­сто-торф'янистими відкладами. У період цвітіння рослина помітна завдяки яскраво-жовтим квіткам, зібраним у китице­подібне суцвіття. Має висхідне, порожнисте стебло, надводні листки на довгому черешкові, ліроподібні, підводні – перисто-розсічені, з лінійними чи ниткоподібними частинками, на уко­рочених черешках. На угруповання водяного хрону можна натрапити на мілководді заплавних озер, водосховищ, заболо­чених прибережних ділянках і луках. Величезні масиви зарос­тей вид утворює на ділянках з перемінним рівнем води і на підтоплених територіях. І хоча він надає перевагу ґрунтам, бага­тим на органічні речовини, при посиленні антропогенної евтрофікації водойми, зазнає пригнічення і випадає із складу заростей.

***Безхребетні тварини***

Війчасті черви, або турбелярії (Turbellaria). Турбелярії на­лежать до типу плоских червів (Plathelminthes). Це відносно невеликі, 20–30 мм черви з ротовим отво­ром на черевній стороні (він же слугує для виве­дення неперетравлених решток), тіло вкрите війка­ми. Більшість видів турбелярій мають напівпро­зорий покров, завдяки чому можна побачити розгалужений кишечник. Мешкають у водоймах майже усіх типів, населяючи донні біотопи.

Звичайними представниками турбелярій є планарії – черви характерної форми і будови, зо­крема, у більшості добре помітний тригілковий кишечник (одна гілка іде в напрямку переднього кінця тіла, а дві інші – до заднього). Черви з ши­рокою екологічною амплітудою, однак найбільш поширені у ß- і α-мезосапробних водоймах.

Малощетинкові черви (Oligochaeta). Більшість представ­ників малощетинкових – мешканці суходільних біотопів, як наприклад земляні і дощові черви. Однак є значна кількість видів, що населяють прісноводні водойми і водотоки.

Тіло сегментоване, на кожному членику, крім першого, є щетинки, які забезпечують зчеплення тварини з ґрунтом; роз­ташування щетинок та їх форма є ознаками, за якими розрізняють види. Малощетинкові трапляються у будь-яких во­доймах, зокрема у дуже забруднених, де вони відіграють важ­ливу роль у переробці органічної речовини, чим прискорюють процеси самоочищення.

Наідіди, або водяні змійки (Naididae) – дрібні або середніх розмірів черви білого кольору, мешкають на мулистому ґрунті, де живляться детритом, тобто органічними рештками. Найчастіше у стоячих водоймах на поверхні мулу або занурених рослинах трапляється стилярія озерна. Тіло жовте або ко­ричнювате, напівпрозоре, довжиною до 20 мм, на передньому сегменті помітна пара темних очок, є довгий хоботок. Сти­лярія толерантна до забруднення, може бути індикатором α-мезосапробних і полісапробних умов.

Трубковик звичайний назву отримав через наявність трубки зі склеєних дрібних піщинок. З трубки висувається ли­ше задня частина тонкого довгого (до 90 мм) тіла червоного кольору вона ритмічно рухається, створюючи рух води, який допомагає диханню. Трубковики мешкають як у стоячих во­доймах, так і у водотоках, на піщаному або мулистому дні, мо­жуть утворювати величезні скупчення у місцях, куди надхо­дять органічні речовини – тут їх чисельність може сягати 100 тис. і навіть більше на 1 м2. Велика чисельність трубковика – ознака значного забруднення водойми, тобто полісапробних умов. Живляться органічними рештками, самі ж вони становлять важливу частину кормової бази для риб.

П'явки (Hirudinea) – це кільчасті черви з мускулистим тілом і присосками на його кінцях, дуже рухливі, кровососи або активні хижаки (предками останніх також були кровососи). В Україні відомо близько 20 видів цих тварин. Тіло більш чи менш плоске, сегментоване, без щетинок і виростів, з двома присосками: передня і задня, за допомогою яких п’явки прикріплюються до субстрату або жертви. П'явки здатні витриму­вати значне забруднення і можуть мешкати у ß- і α-мезосапробних водоймах.

Кровосисні п'явки присмоктуються як до хребетних, так і до безхребетних тварин, однак, прокусити шкіру людини мо­жуть представники лише двох достатньо подібних видів – медична і аптечна п'явки. Їх довжина може досягати 15–20 см, живляться п'явки кров'ю ссавців і людини, а також жаб. Їх передній присосок трикутної форми, на дні його знаходиться рот, осна­щений трьома гострими щелепами, за допомогою яких п'явка робить на шкірі трикутний розріз. До ранки надходить гірудин – особлива знеболююча речовина, що перешкоджає зсіданню крові. Крім того, гірудин перешкоджає утворенню тромбів, заспокійливо діє на нервову систему, знижує кров'яний тиск, то­му здавна цих п'явок використовували для лікування серцево-судинних захворювань; у медичній науці навіть виокремився розділ – гірудотерапія. Для забезпечення медичних потреб п'явок розводять у штучних умовах. Тварини ж, узяті з при­родних водойм, внаслідок їх забруднення побутовими стоками, можуть бути переносниками інфекційних захворювань. Медична і аптекарська п'явки на сьогодні стали рідкісними (занесені до Червоної книги Ук­раїни), тому вилучення їх з природного середовища заборонено законом.

Найчастіше у прісних водах трапляється несправжньокінська п'явка. Довжина її тіла зазвичай не перевищує 7 см, хоча відомі екземпляри 10–12 см, ширина − 8 мм; забарвлення тіла варіює у темних тонах, здебільшого сірих і чорних. На відміну від медичної, ця п'явка – активний хижак, основна здобич – личинки комарів-дзвінців (мотиль), хоча нападає вона і на більших тваринок (найменшу молодь риб, дрібних пуго­ловків). Жертву заковтує повністю або частинами. Для людини вид небезпеки не становить.

Дуже звичайні також дві паразитичні п'явки – риб'яча і равликова, які присмоктуються до риб і водяних черевоногих молюсків. Як і попередня, для людини небезпеки не становлять. Риб'яча п'явка – зовнішній паразит риб. Відмінна її ри­са – передній дисковидний присосок, що добре виділяється на досить тонкому тілі (довжина 20–50 мм, ширина – 2–5 мм). Через середину спини проходить світла смуга, що перети­нається темними і світлими поперечними смужками.

***Плоскі п'явки*** (Glossiphonidae) мають тіло листкоподібної форми. Найбільш поширений представник цієї родини – равликовая п'яв­ка, або глосифонія. П'явки середніх розмірів, до 30 мм довжиною і 10 мм шириною. Забарвлення буре або зеленкувате, на спині дві темні переривчасті смуги. Зустрічаються під камінням як у стоячих водоймах, так і у слабкопроточних.

Молюски, або м'якуни (Mollusca). Найха­рактернішою ознакою молюсків є тверда вапняна черепашка, що захищає м'яке тіло, мус­кулиста нога – спеціальний орган руху, і мантія, що вкриває внутрішні органи і формує мантійну по­рожнину. Серед прісноводних молюсків є як первинноводні (передньозяброві черевоногі, двостулкові), так і вторинноводні (легеневі черевоногі).

Черевоногі молюски (Gastropoda). Найпоширенішим представником зябрових (передньозябрових) черевоногих у прісноводних водоймах України є живородка (калюжниця) річкова *Viviparus viviparus*. Черепашка висотою 2–4 см, правозакручена баштоподібна, жовто-коричневого кольору із зеленкуватим відтінком, зазвичай із 3-ма поздовжніми темними смугами. Устя черепашки, коли молюск втягується у неї, щільно закривається роговою кришечкою з чіткими концентричними лініями. Живородка – мешканець досить чистих водотоків з високим вмістом розчиненого у воді кисню, може бути індикатором умов, не гірших за ß-мезосапробні. Звичайна у прибережній зоні річок і заплавних озер, причому у річках її черепашка має товстіші стінки.

З’ясовано, що найбільш інформативними популяційними показниками *V. viviparus*, придатними для встановлення органічного забруднення, є середня маса особини, середня висота черепашки статевозрілих (2−3-річних) молюсків і співвідношення самців і самок (Уваєва, 2018). Із зростанням урбанізації зменшуються значення щільності поселення, біомаси і продукції *V. viviparus* і збільшується частка самок, особливо у старших вікових класах. Високий ступінь антропогенного навантаження на водойми порушує вікову структуру популяцій калюжниць, що виражається у збільшенні частки особин середнього віку (2−5-річних) і пониженні або навіть і повній відсутності молодих (цьогорічних і однорічних) і найстарших (6-річних) молюсків.

Численний на мілководдях, на щільних субстратах (камінні, дерев’яних спорудах, пагонах очерету) відносно дрібний молюск – лунка річкова *Theodoxus fluviatilis* – з черепашкою своєрідної форми і твердою кришечкою, що закриває її устя. Малю­нок черепашки вкрай мінливий і скла­дається зі світлих плям на темному тлі або темних смуг на світлому. Цей вид також може бути індикатором ß-мезосапробних умов у водоймі.

Інша досить численна група – бітинії (най­поширеніша бітинія щупальцева *Bithynia tentaculata*) – дрібні молюски з баштоподібною, загостреною до верши­ни черепашкою. Часто трапляються на прибе­режному камінні, у пазухах листків різака алоевидного. Може слугувати індикатором ß-мезосапробних умов (ближче до α-мезосапробних).

Для легеневих черевоногих молюсків вла­стиве легеневе дихання, отже, вони повинні періодично спливати на поверхню для вдиху. Мешкають у прибережній зоні водойм, особливо численні на акваторіях, що заросли лататтям білим, гле­чиками жовтими, водяним горіхом плаваючим, куширом. Од­ним з найпоширеніших водяних молюсків є великий ставковик – дійсно досить великий молюск з тонкою правозакрученою баштоподібною черепашкою висотою 5–7 см. Він здатний до­сить швидко (до 8,5 см/хв) ковзати по підводних предметах або по нижній стороні поверхневої плівки води.

Крім нього у літоралі прісноводних водойм трапляються представники роду *Lymnaea* – ставковик овальний, вушкоподібний, болотяний і малий. Останній вид часто є проміжним хазяїном печінкового сису­на – паразита великої рогатої худоби і овець, що становить небезпеку і для людини. Ставковики – індикатори ß-мезосапробних умов (ближче до α-мезосапробних).

У представників іншої групи водяних молюсків – виту­шок – черепашка закручена спірально в одній площині. *В*итушка рого­ва *Planorbarius corneus* – найбільша, діаметр її черепашки 4–5 см. Голова має пару довгих щупалець, біля яких розташовані очі. У гемолімфі витушки рогової міститься гемоглобін, що дозволяє їй рідше підніматися на поверхню для вдиху. Через відносно слабкорозвинену радулу живиться здебільшого рослинними і тваринними рештками, тому найчастіше трапляється на дні.

Представники підродини Котушкових – дрібні, плоскої форми, з діаметром черепашки близько 1 см. Один з них – котушка закручена *Anisus vortex* вирізня­ється настільки тонкостінною черепашкою, що крізь неї під лупою можна спостерігати розташування внутрішніх органів і пульсацію серця. Масово трапляється на нижній стороні листків глечиків і латаття. Котушка облямована  *Planorbis planorbis* – також дрібний вид, здатний переживати зиму, вмерзаючи у лід (Уваєва, 2008). Ко­тушки можуть витримувати досить значне забруднення і бути індикаторами α-мезосапробних умов.

Двостулкові молюски (Bivalvia). Жабурниця (беззубка) звичайна *Anodonta cygnea* досягає 20 см довжини. Черепашка видовжено-овальна, тон­костінна, зі слабко розвиненим перламутром, зуби замка відсутні. Мешкає на піщаному або слабко замуленому дні річок і великих стоячих водойм, де її досить легко знайти за слідами – борозенками. Може бути індикатором сприятливих екологічних умов біотопу Для живлення і дихання жабурниця профільтровує велику кількість води, сприяючи її очищенню. Це дуже мінливий вид, що утворює різні форми, екологічні ра­си, різновиди.

Перлівниці – ще одна група великих прісноводних двос­тулкових молюсків. Черепашка видовжена, товстостінна, перла­мутровий шар добре розвинений. Назва «перлівниця» виникла через те, що у давнину з цих молюсків видобували річкові пер­ли, які у середньовіччі називались кафимськими за назвою міста Кафи (тепер Феодосія). Звідси річкові перли потрапляли на ринки Середземномор'я. Перлівниці *Unio* мешкають у тих самих біотопах, що і беззубка. У нас досить поширеними є кілька видів: перлівни­ця звичайна, перлівниця опукла, перлівниця овальна та ін.

Дрейсени (*Dreissena)* – своєрідна група двостулкових молюсків з че­репашками дзьобоподібної форми, без замкових зубів, 3–5 см у довжину, з досить вираженими темними і світлими концент­ричними смугами. Вони різностатеві, яйця відкладають у воду, склеєними у невеликі грудочки. Після запліднення розви­вається личинка – велігер, вона веде планктонний спосіб жит­тя (у товщі води), що сприяє широкому розселенню молюска. У найсприятливіших умовах дрейсена може утворювати суцільний «килим» або навіть складні скупчення – друзи.

Двостулкові молюски є досить надійними індикаторами відносного благополуччя водойми з умовами, не гіршими за ß-мезосапробні.

Представники підтипу Ракоподібні (Crustacea) – невід'ємний компонент біоти водойм. Планктонні види споживають здебільшого планктонні водорості і формують основу кормової бази риб. Ракоподібні-детритофаги виконують ще і надзвичайно важливу функцію «санітарів» природних водойм.

Є низка представників, яких видно неозброєним оком. До них належить водяний віслючок (ряд рівноногі ракоподібні, Isopoda), що трапляється на мілководді водойм. Це невели­кий, 5–7 мм довжиною, темно-сірий рачок, що за виглядом на­гадує мокрицю. Живиться детритом і одноклітинними водо­ростями. Витримує досить сильне забруднення, може слугува­ти показником α-мезосапробних умов.

Бокоплави (Gammaridae) – невеликі рачки, довжина яких зазвичай не перевищує 2 см (належать до ряду різноногих ра­коподібних, Amphipoda). Бокоплави дещо схожі на маленьких креветок, мають вигнуту «спину» і велику кількість ніжок на черевній стороні тіла. У прісних водах України мешкає близько 20 видів, однак розрізнити їх неспеціалісту дуже важ­ко.

У більшості малих прісноводних водоймах і водотоках України, віддалених від великих річок на значну відстань, трапляється бокоплав рівулогамарус, тому, при знаход­женні бокоплавів саме у невеликій водоймі або струмку, можна припустити, що всі вони належать до одного виду. Інша річ, ко­ли йдеться про великі річки і водосховища. Найімовірніше, там поселяються кілька видів бокоплавів, що належать до так званого понто-каспійського фауністичного комплексу, які ос­таннім часом розселилися у водосховищах Дніпра. Можна вважати, що різні біотопи (наприклад, пісок, кам’яні висипки, водяна рослинність) тут будуть населяти різні види бокоплавів. Бокоплави – індикатори відносно благополучних екологічних умов, а саме ß-мезосапробних.

З десятиногих раків (Decapoda) у водоймах України трапляються два види: довгопалий і широкопалий раки. Довгопалий рак найбільш звичний для водойм басейнів Чор­ного і Балтійського морів, у багатьох – численний. Останні­ми роками деякі приватні підприємці намагаються створити ракові ферми, однак, унаслідок надзвичайної складності штучного відтворення, посадковий матеріал (молодь) все одно ви­лучають із природних водойм. Широкополий рак вирізняється ко­ротшими клішнями, на нерухомій частині клішні є характерна виїмка. Дуже рідкісний вид, занесений до Червоної книги України. Чисельність річкових раків та їх поширен­ня залежать від чистоти водойм, вони – меш­канці чистих і слабко забруднених водойм (олігосапробних і близьких до них ß-мезосапробних).

Павукоподібні (Arachnida). Найпоширенішими у водой­мах є павуки доломед і сріблянка, а також деякі кліщі – хижа­ки і паразити водяних тварин. Доломед мешкає здебільшого у заростях, здатний бігати по поверхні води. Тіло коричневе, обля­моване жовтою смугою з боків. Може пірнати у воду, де ловить дрібних водяних тварин. Сріблянка – водяний павук, будує з міхурців повітря підводний притулок дзвоноподібної форми. Для цього висуває над поверхнею води черевце і з захопленим у вигляді плівки на тілі повітрям пересувається по водяних рос­линах униз, до дзвону. У дзвоні він мешкає, очікує на здобич, живиться. Хижак – поїдає дафній, циклопів, дрібних личинок комах. Зимує у коконі або порожній черепашці молюсків. Водяні павуки – тварини з широкою екологічною валентністю.

Комахи (Insecta) – здебільшого наземні тварини, однак є чимало видів, які адаптувалися до життя у водному середо­вищі. Деякі з них усе життя проводять у водоймі, у інших з водою пов’язана лише певна частина життєвого циклу.

Бабки (Оdonata). Дорослі бабки – крилаті повітряні хи­жаки з двома парами довгих крил і «гелікоптероподібним» тілом. Вони швидко літають над водою, полюючи на свою здо­бич: мух, комарів, метеликів та інших комах. Їх личинки – мешканці неглибоких водойм, живуть на дні або у заростях водяних рослин, часто безпосередньо на самих рослинах. Тіло складається з голови, грудей і черевця. Голова велика, з великими очима, розвинутими антенами («вусиками»). Для личинок бабок (і лише для них) характерна наявність нижньої губи особливої будови у вигляді складного важеля на «шарнірах», що здатна «вистрілювати» і захоплювати жертву. Має 3 пари добре розвинених ніжок; на спинному боці вздовж черевця є дві па­ри зачаткових крил. Черевце товсте, відносно коротке, або довге і тонке (у цьому випадку воно закінчується трьома зяб­ровими листками, розташованими віялоподібно; втім зяброві листки легко відпадають під час відбору проб).

За будовою личинок бабок можна поділити на 3 групи:

1. личинка типу бабки-коромисла – тіло досить масивне, ви­довжене, маска (ротовий орган у личинок) плоска; до цієї групи належать найбільші за розміром види (коромисла, дідки та ін.), личинки яких здатні витримувати значне забруднення (α-мезосапробні умови);
2. личинка типу бабки справжньої – тіло коротке, широке, маска шоломоподібна (бабки справжні, бабки металічні та ін.), є індикаторами ß-мезосапробних умов;

3) личинка типу лютки – тіло дуже довге, циліндричної форми, вузьке, з трьома зябровими пластинками на задньому кінці (стрілки, лютки, красуні та ін.), індикатори ß-мезосапробних умов.

Одноденки (Ephemeroptera). Дорослі одноденки мають невеликі розміри, видовжене тіло з двома парами різнорозмірних тонких ніжних перетинчастих крил і трьома хвос­товими церками (антеноподібні утворення). Покриви тіла блискучі, гладенькі, без волосків; на голові короткі тоненькі антени і великі очі; ноги тонкі. Ротові органи недорозвинені – у дорослому стані одноденки не живляться, недорозвинені та­кож і внутрішні органи травлення. Імаго живуть недовго (2–3 дні, іноді більше). Після копуляції самки відкладають яйця у воду і гинуть. З яєць вилуплюються личинки, які ведуть водний спосіб життя. Вони багато разів линяють, поступово у них утворюються зачатки крил. Перед тим, як має вилупити­ся крилата комаха, личинка піднімається на поверхню водой­ми, шкірка у неї на спині тріскається, і комаха злітає у повітря. Стадія личинки триває довго, зазвичай 2–3 роки. У цей час комаха живиться і росте, а у дорослому стані – лише розмножується.

Будова і біологічні особливості різних видів одноденок дуже відрізняються і тісно пов'язані з середовищем їх існування, однак усіх об’єднує наявність 3-х (дуже рідко двох) тонких церок на кінці черевця. Живляться личинки рос­линним детритом, мікроскопічними водоростями, деякі види полюють на дрібних водяних тварин. Личинки одноденок є хорошим кормом для риб.

В Україні найпоширенішими є одноденка звичайна, що має крила з темними плямами і смужками; одноденка жовтуватокрила з жовтими крилами; лише одну пару крил має одноденка двокрила. Дуже звичайні також грязьові одноден­ки родини Caenidae, у яких довжина церки перевищує довжи­ну тіла личинки.

Для того, щоб встановити кількість видів личинок одноде­нок у пробі, їх треба помістити у світлу кювету (тарілку). Слід звернути увагу на габітус тіла, зокрема голови (довжина антен), ніг, довжину і будову церок, будову і розташування зя­бер. Далі личинок ділять на групи за подібністю їх будови, підраховують кількість груп, які у даному випадку можна вважа­ти такими, що відповідають видам. Личинки одноденок поселяються у чистих або слабкозабруднених водоймах і є показниками зазвичай олігосапробних, рідше – ß-мезосапробних умов.

Веснянки (Plecoptera). Як бабок і одноденок, так і веснянок можна назвати земноводними комахами. Це середнього розміру або дрібні комахи з видовженим тілом, які тримають­ся поблизу водойм, літають погано, найчастіше повзають по рослинах біля місць розвитку личинок. Личинки розвивають­ся у воді – у струмках, річках і озерах. Веснянками їх назива­ють тому, що з'являються дорослі комахи весною і живуть ли­ше кілька тижнів, за цей час самки відкладають яйця у воду. Найпоширеніші види фауни України: веснянка сіра, що має прозоро-сіруваті крила розмахом 13–25 мм і літає у квітні і вересні; веснянка зеленуватокрила має зеленувате забарвлення тіла і прозорі крила із зеленкуватим відтінком; веснянка облямована, забарвлення тіла якої змінюється від рудувато-жовтого до буруватого, літає у травні. Личинки вес­нянок мешкають у незабруднених, олігосапробних водоймах.

Напівтвердокрилі, або клопи (Hemiptera)***.*** У прісних во­дах можна побачити чимало видів водяних клопів. Це комахи середнього розміру, можуть досягати 2–3 см довжини, розвиваються без перетворення, тобто ювенільні форми дуже схожі на дорослі. Незважаючи на водний спосіб життя, дихають ат­мосферним повітрям.

Одним із найпоширеніших є хребтоплав звичайний. Це достатньо великий водяний клоп довжиною понад 1 см, плаває черевцем догори, його тіло схоже на човник, завдяки чому доб­ре розтинає воду. Спинна поверхня комахи опукла, зеленкува­того кольору, срібляста, не змочується водою. Ноги довгі, без кігтиків на кінці і густо вкриті щетинками. Перші дві пари – короткі, слугують для захоплення здобичі, задня пара служить для плавання. Пірнаючи, хребтоплав бере з собою під воду за­пас повітря, яке огортає його суцільним блискучим покривом і зменшує питому масу. Хребтоплав також може літати.

У густозарослих водоймах поширений плавт звичайний. Це досить великий клоп (довжина тіла до 15 мм) з овальним блискучим, зеленкувато-бурим тілом. Добре плаває за допомогою густо вкри­тих волосками ніг задньої пари, може повзати по водяних рослинах. Лапки пе­редньої пари перетворені на хватальний апарат специфічної будови, за яким плавта можна відрізнити від інших во­дяних клопів.

Гребляки – відносно невеликі водяні клопи, дорослі досягають 9–10 мм до­вжини, лише найпоширеніший гребляк крапчастий – 16 мм. Тіло видовжене, плоске зверху і опукле знизу. Очі черво­нуватого кольору. Середні ноги з двома міцними кігтиками на кінцях викону­ють роль якоря – за допомогою їх греб­ляк чіпляється за підводні предмети; задні ноги пристосовані для плавання.

У водоймах, густо зарослих водяни­ми рослинами, трапляються водяні скорпіони, іноді їх можна знайти у бере­говій зоні річок і струмків. Вони мають плоске тіло з довгою хвостоподібною дихальною трубкою. Голова маленька, з великими очима. Перша пара крил перетворена на надкрила, які вкривають спину; під ними є добре розвинені крила. Пересувається водяний скорпіон дуже повільно, плаває погано, найчастіше сидить нерухомо на водяних рослинах, виставивши дихальну трубку на поверхню води і очікуючи на здобич.

Ранатра трапляється у зарослих водоймах. Тіло цилінд­ричне, довжина 30–35 мм, бурувато-жовтого кольору, по боках голови великі очі. Передні ноги прикріплені біля самої основи голови і є міцним хватальним органом. Друга і третя пара ніг хо­дильні. Вузькі надкрила щільно складені, під ними розташовані крила, за допомогою яких ранатра добре літає. Черевце закінчується дихальною трубкою, що має таку саму будову, як і у водяного скорпіона.

На поверхні води у тихих заводях можна зустріти во­домірку озерну. Тіло видовжене, з широко розставленими но­гами, завдяки чому маса тіла комахи розподіляється на значній поверхні. На голові – досить довгі 4-членикові антени, хоботок, зігнутий донизу, великі очі. Розкинувши довгі ноги, водомірка швидкими рухами ковзає по водяній по­верхні, блискавично кидається на комаху, яка висунулася з во­ди або впала у воду, захоплює її передніми ногами і висисає за допомогою хоботка. Швидкі стрибки рятують водомірок від їх підводних ворогів – риб.

Водяні клопи – група, що характеризується широким адаптаційним потенціалом, однак більшість видів надає перевагу мезосапробним умовам (ß- і α-).

Волохокрильці (Trichoptera). У дорослій фазі (імаго) волохокрильці – комахи середнього розміру, їх крила вкриті дрібними волосками або лусочками, завдяки чому вони схожі на нічних метеликів. У спокійному стані складають крила вздовж спини дахоподібно, під гострим кутом. Забарвлення найчастіше сіре або буре. Трима­ються імаго поблизу водойм, живляться, як і метелики, нектаром квітів. Велика частина з них у дорослому стані взагалі не живиться.

Личинки мешкають у воді, видовжені, червоподібні, з добре розвинутою головою і трьома парами членистих кінцівок. Мають трахейні зябра у вигляді грубих ворсинок, які можуть вкривати більшу частину тіла.

Личинки більшості видів будують трубчасті чохлики (хатинки). За формою і матеріалом, з якого вони побудовані, чохлики дуже різноманітні і видоспецифічні, тобто за цими характеристиками може здійснювати­ся визначення родів і навіть видів.

Найчастіше у наших водоймах трапляються волохокрильці, личинки яких буду­ють свої будиночки з рослинних решток, наприклад, шматочків листя (волохокрилець великий), травинок, гілочок і шматочків деревини (волохокрильці ромбічний і жовтовусий). Личинки, що поселяються у швидкоплинних річках і струмках, будують чохлики з великих і дрібних піщинок, прикріплюють до піщаної трубочки важкі сучки і палич­ки, які виконують роль якоря.

Личинки волохокрильців мешкають здебільшого у неза­бруднених або слабкозабруднених водоймах (олігосапробні і ß-мезосапробні умови).

Твердокрилі, або жуки (Соleoptera). До групи водяних жуків належать представники здебільшого 3-х родин – пла­вунців, водолюбів і вертячок. Зазвичай дорослі комахи і їх личинки ведуть водний спосіб життя. Розміри різних видів дуже різноманітні – від декількох міліметрів до 5 см (великі водолюби – найбільші); забарвлення – від суцільно чорного до рудого, часто з ясними поздовжніми смугами і борознами на надкрилах. За зовнішнім виглядом водяні жуки майже не відрізняються від наземних, лише будова плавальних ніг, схо­жих на весла, свідчить про їх водний спосіб життя. Личин­ки зазвичай мають видовжене тіло, з чітко виокремленою голо­вою (вона часто озброєна могутніми серпоподібними щелепа­ми, як, наприклад, у личинок жуків-плавунців) і трьома пара­ми ніг, за допомогою яких активно і швидко плавають. Імаго, зазвичай, менші, ніж личинки останньої стадії. Деякі жуки пла­вають і полюють у товщі води, інші повзають по водяних росли­нах, живляться детритом, водоростями, залишками мертвих тварин. Личинки майже усіх видів – хижаки. Відмінною рисою багатьох водяних жуків є поза дихання – жуки дихають атмо­сферним повітрям, виставивши з води кінець черевця. Упійма­ти водяних жуків і їх личинок можна сачком. Мешкають, за­звичай, у ß- і α-мезосапробних водоймах.

Великий водолюб поширений у стоячих прісних водой­мах. Імаго досягає довжини 4–5 см, тіло довгасто-овальне, вугільно-чорне. Личинка і дорослий жук – хижаки. Донедав­на вважався шкідником, який поїдає молодь риб, однак на сьогодні доведено, що його шкоду дуже перебільшено. На початку літа спостерігається масовий виліт водолюбів. Самка відкладає яйця у сплетений зі шматочків листків кораблик, оснащений дихальною трубкою.

Плавунець облямований – має овальне тіло з широкою жовтою облямівкою, довжиною до 3,5 см, зверху – зеленкувато-чорне, знизу – рудувато-жовте. Задні ноги з добре помітною щіточкою – «веслом». Веретеноподібна бура личинка плаває або поселяється серед рослин. Вона впорскує у пійману жертву трав­ний сік і висмоктує рідку їжу. Імаго і личинки – ненажерливі хижаки, нападають на невеликих водяних членистоногих, мо­люсків, пуголовків, маленьких жаб, дрібну рибу.

У водоймах також звичайні вертячки – невеликі жуки, що зигзагоподібно плавають по поверхні води, полюючи на дріб­них безхребетних, які впали у воду; при небезпеці пірнають.

Двокрилі (Diptera). Личин­ки двокрилих, зокрема і во­дні, відрізняються від личинок інших груп відсутністю ніг. Ве­личезне значення для екосис­тем прісних вод мають личин­ки некровосисних комарів-дзвінців, або хірономіди (мо­тиль). Це червоподібні сегментовані істоти червоного або зе­леного кольору, довжиною до 1,5 см, хоча трапляються і більші за розміром види. Мешка­ють на дні або серед рослин, вільноживучі або мінери (про­гризають ходи у листках водяних рослин); детритофаги (жив­ляться органічними рештками), фільтратори чи хижаки. Масово розвиваючись, ли­чинки хірономід, є могутнім чинником самоочищення водойм від завислих речовин. Крім того, вони слугують висококалорійним кормом для риб, і у багатьох во­доймах є основою їх природної кормової бази. Виліт іма­го синхронний, під час масового льоту їх поїдають комахоїдні птахи. Водяні личинки двокрилих характеризують ß- і α-мезосапробний стан водойми.

З хірономід найвідоміший, особливо серед акваріумістів, мотиль звичайний. Личинки темно-червоного кольору, до 3 см довжини, мешкають на дні водойм з мулистими донними відкладами. Вони легко переносять дефіцит кисню, утворюють великі скупчення, що дозволяє досить легко їх збирати (прода­ють як корм для акваріумних рибок). Дорослі комахи – самці часто рояться поблизу берегів водойм, у рої буває сотні тисяч особин. Вони видають дзвенячі звуки (тому їх називають комари-дзвінці) для приваблення самок. Ротові органи не розви­нуті, живуть кілька діб. Величезна кількість личинок хірономід мешкає на занурених рослинах. Наймасовішим тут є крикотопус – дрібна личинка (5–6 мм) з відносно довгими антенами. Це хижак, здатний виїдати ікринки риб і земноводних.

Личинки ґедзів (Tabanidae) також мешкають у водному се­редовищі. Дорослі форми цих кровосисних двокрилих розмі­ром до 2 см схожі на велику муху. Найбільш активні вони спекотними літніми днями. Мають великі, яскраво забарвлені очі, бачать прекрасно, але під час висмоктування крові пере­стають помічати небезпеку. Личинки сягають 4–5 см довжини, ведуть водний спосіб життя і дихають усією поверхнею тіла. Імаго можуть бути переносниками сибірської виразки і туля­ремії. Яйця відкладають на навколоводну рослинність.

На дні водойм живуть личинки мухи дзюрчалки-бджоловидки. Вони мають брудно-сіре циліндричне тіло з дуже довгим хвостовим відростком. Через це її ще називають «крискою». Цей відросток є дихальною трубкою, яка може видовжуватися і скорочуватися. У витягнутому стані вона до­сягає 10 см, у той час як все тіло личинки не довше за 1,5 см. Личинка глибоко закопується у бруд, виставляючи назовні лише хвостовий відросток. Живиться органічними рештками. Живуть криски у стічних канавах, мілководних водоймах з гниючим мулом. Наявність крисок у водоймі є показником її забруднення (α-мезосапробна і полісапробна зони).

1. На цих особливостях макрофітів ґрунтується використання їх як природних біофільтрів. На сучасних очисних спорудах на од­ному з етапів очищення промислові і побутові стоки проходять через спеціально створені зарості макрофітів (здебільшого угруповання очерету, рогозу, лепешняку) – так звані «біологічні плато», де і відбувається значне очищення води від забруднення: мінералізація і детоксикація пестицидів і нафтопродуктів, зниження концентрацій важких металів, біогенних елементів, радіонуклідів, затримка вели­кої кількості завислих речовин, що містять стоки. У природних во­доймах поверхневий стік з водозбору, що потрапляє до них, також очищується у прибережних заростях макрофітів. [↑](#footnote-ref-1)
2. Проективне покриття (*ПП*, %) – проекція на ґрунт надземної частини рослини. [↑](#footnote-ref-2)
3. У Червоному списку водяних макрофітів України виділяються наступні категорії:

А – види, що зникли; В1 – невідомі види; В2 – види, які не визначені, бо їхнє сучасне місцезнаходження невідоме; С1 – види, що знаходяться під критичною загрозою; С2 – види, що знаходяться під значною загрозою; С3 – види, що знахо­дяться під загрозою; С4 – види, які сьогодні не є рідкісними, однак мають тенденцію до скорочення ареалу, тому вимагають природо­охоронної уваги. [↑](#footnote-ref-3)