

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ЕКОМОНІТОРИНГУ ТА
БІОРІЗНОМАНІТТЯ МЕГАПОЛІСУ
НАН УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
УКРАЇНИ

НЕДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ
(ІНЕКО)

Визначення якості води методами біоіндикації

науково-методичний посібник

Київ — 2011

УДК [504.4.054:592](581.526.3)

В.І. Мальцев, Г.О. Карпова, Л.М. Зуб

Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник — К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. — 112 с. — Іл. 36. — Бібл.: С. 107.

ISBN 978-966-02-6026-9

Посібник містить науково-методичні рекомендації щодо оцінки екологічного стану водойм та якості води методами біоіндикації. Видання розраховане на фахівців у галузі екології, охорони навколишнього природного середовища, викладачів та студентів ВНЗ біологічних, географічних та екологічних спеціальностей, учителів загальноосвітніх шкіл. Посібник стане в нагоді юним екологам, активістам громадських екологічних організацій для планування природоохоронних заходів із збереження та відновлення водойм.

Рецензенти: Р.І. Бурда, проф., д.б.н, Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України
Н.Є. Ковальчук, с.н.с., к.б.н.,
Ужгородський національний університет

Видання рекомендоване до друку рішенням Вченої ради Наукового центру екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України. Протокол № 5 від 28.04.2011

Відповідальний редактор: Мальцев В.І.

Здійснено в рамках проекту за підтримки Відділу преси, освіти та культури Посольства США в Україні. Погляди авторів не обов'язково збігаються з офіційною позицією уряду США.

Supported by the Public Affairs Section of the U.S. Embassy in Ukraine. The views of the authors do not necessarily reflect the official position of the U.S. Government

© Інститут екології НЕЦУ, 2011
© НЦЕБМ НАН України, 2011

ISBN 978-966-02-6026-9

Передмова

Життя людини тісно пов'язане з водою, без неї неможливе саме існування всього живого на Землі. З давніх-давен люди оселялися біля водойм, до яких ставилися з поборністю та вдячністю. Але з розвитком цивілізації ставлення до водойм та водотоків, як до кошиків життя, на жаль, змінилося. Надмірне навантаження на річки, озера, моря, а у наш час — навіть океани, призвело до порушення природної рівноваги і спричинило кризовий стан багатьох з них. Сьогодні важко віднайти водойму, яка б не зазнавала негативного впливу з боку людини. Значне погіршення якості води природних водойм є надзвичайно серйозною проблемою для всього світу в цілому та України зокрема. У результаті діяльності людини у водойми разом із промисловими, комунальними чи сільськогосподарськими стоками надходить та акумулюється велика кількість різноманітних забруднюючих речовин: важкі метали, біогенні елементи, сполуки органічного походження (пестициди, гербіциди, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти тощо). Сьогодні небезпечно не лише пити воду з наших озер чи річок без попереднього багатоступеневого водоочищення, але й купатися в деяких із них без ризику для здоров'я. Саме тому дуже важливо знати, якою є якість води у водоймах, що розташовані неподалік від наших осель (біля яких ми відпочиваємо, де купаємося, ловимо рибу, звідки беремо воду, аби полити городи та садки).

У даному посібнику пропонуються доступні методики визначення якості води у річках та озерах. Вони не потребують складного дорогого устаткування та реактивів, глибоких знань з біології, саме тому можуть використовуватися активістами природоохоронного руху, студентами, які роблять перші кроки у пізнанні природи. Ці методики дозволять ознайомитися із тваринним і рослинним світом водойм, що є у вашій місцевості, провести попередню оцінку якості води в них, організувати екологічний моніторинг їхнього стану, спрогнозувати перспективи. Отримані результати дозволять розпочати роботи щодо розробки комплексу заходів із покращання екологічної ситуації у водоймі.

Якість води та методи її оцінки

Поняття «якість води». Класи якості води

Якість води — це характеристика, яка визначає придатність води для конкретного способу її використання у житті людини та господарської діяльності. Залежно від галузі (мети) використання, вимоги, що висувають до якості води, можуть бути різними і базуються, насамперед, на якісному та 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 тощо.

Якість води прийнято умовно розділяти на кілька класів, яким властиві певні характеристики. Для зручності, кожен клас отримав певний колір позначення на мапах якості води. Зазвичай, після визначення класу якості води, ділянку водойми, яку досліджували, на мапах чи схемах позначають відповідним кольором, що дозволяє наглядно проілюструвати ступінь її забруднення. У світі існує багато класифікацій якості води, в даному посібнику ми розглянемо лише одну, у якій якість води розподіляється на 5 класів.

I 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 та холодна. У водоймах серед водних рослин трапляються переважно водні мохи та харові водорості, які в озерах можуть поширюватися до глибини 8–10 м; серед донних безхребетних тварин — види, надзвичайно чутливі до забруднення та вибагливі до високого вмісту кисню (веснянки, одноденки, деякі види волохокрильців). Вода подібної якості в Україні, зазвичай, буває лише у гірських річках та озерах, там, де вплив людини на природу ще порівняно малий.

II клас якості води — чиста (колір на картах якості води — зелений). У воді даного класу збільшується кількість біогенних елементів, через що у водоймі спостерігається висо-

ке видове різноманіття водоростей, моллюсків, ракоподібних, личинок комах. Водні рослини тут також різноманітні, переважають угруповання занурених рослин, зарості яких розповсюджені на значних площах. Вода такої якості притаманна природним водоймам, у які не потрапляють стоки комунальних підприємств, промислових об'єктів та сільськогосподарських комплексів.

III клас якості води — забруднена (колір на картах якості води — жовтий). У таких водах відмічається збільшений вміст біогенних елементів, органічної речовини, внаслідок чого зростає біопродуктивність водойми. Це проявляється у посиленому розвитку різноманітних водних рослин та виникненні такого явища, як «цвітіння» води за рахунок масового розвитку в ній мікроскопічних водоростей. Загальна кількість видів рослин та тварин зменшується, але збільшується кількість та чисельність видів, здатних витримувати забруднення водного середовища. Серед донних безхребетних тварин характерними є легеневі моллюски, п'явки, трапляються різноманітні планктонні ракоподібні (дафнії, циклопи), водні клопи, жуки, личинки бабок. Води III класу якості характерні для озер та річок, у які в незначній кількості потрапляють комунальні стоки та стоки тваринницьких ферм, цукрових заводів тощо.

IV клас якості води — брудна (колір на картах якості води — оранжевий). Це води дуже замулених водойм з поганим кисневим режимом, явищами задухи та надзвичайно низькою прозорістю води. Накопичення органічної речовини у донних відкладах супроводжується утворенням метану та сірководню, які справляють токсичну дію на рибу та безхребетних. Біорізноманіття водних організмів низьке, серед донних безхребетних наявні переважно личинки комарів-дзвінців та малоцетинкові черви (олігохети). З водних рослин лише деякі види здатні витримувати несприятливі екологічні умови, що складаються тут. Проте ті з них, що здатні тут існувати, досягають значної чисельності та біомаси (наприклад, ряски). Вода подібної якості спостерігається у водоймах, до яких регулярно та 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 містяться високі концентрації сірководню. Для водойм із водою такої якості характерна дуже низька біологічна продуктивність, водні рослини та донні макробезхребетні, зазвичай, відсутні або трапляються дуже рідко. Значного розвитку тут набувають лише певні види мікроорганізмів та найпростіших.

Методи оцінки якості води

Оцінка якості води є ключовим завданням будь-яких заходів в галузі водокористування, раціонального природокористування та проведення природоохоронних дій у водоймах. Якість води оцінюють за широким спектром показників — фізико-хімічних (гідрохімічних, гідрофізичних, гідрологічних) та 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 тощо. 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 та прилади. За їх допомогою можна отримати точні дані про забруднювачі та їхню концентрацію. Але такі підходи до визначення якості води мають свої недоліки, а саме:

- у разі, коли концентрації речовин невисокі, складно точно оцінити, наскільки вони шкідливі для мешканців водойми та людини;
- методи не враховують можливої взаємодії забруднюючих речовин, за якої токсичність їх збільшується;
- можна оцінити якість води тільки на момент відбору проби, але вони не дозволяють виявити аварійні скиди, що могли відбуватися на водоймі в минулому.

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

Біологічні методи оцінки якості води базуються на розумінні того, що абіотичні властивості води визначають спектр видів, здатних тут мешкати. Знаючи умови, за яких розвиваються ті чи інші види водних 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 навколишнього середовища, тобто на зміни стану екосистеми. Біологічні методи ґрунтуються на вивченні кількісного та якісного складу населення водойми (бактерій, рослин, тварин) та змін, що відбуваються в їхніх угрупованнях. Склад водних організмів різних водойм, а, нерідко, і різних ділянок однієї водойми неоднаковий та визначається особливостями середовища, яке їх оточує. Кожен вид потребує для свого існування певних умов та 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 ряд переваг перед хімічними і фізичними, оскільки угруповання живих організмів віддзеркалюють усі зміни водного середовища, одночасно реагуючи на комплекс різноманітних природних та антропогенних чинників, у тому числі забруднювачів. Оцінка ступеня забруднення водойми за складом її населення дозволяє швидко визначити її санітарний стан, трофічний статус, ступінь і характер 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 процесів самоочищення у водоймі та відновлення екосистеми після дії забруднювача.

Головними перевагами біологічних методів оцінки якості води є:

- доступність процедур для широкого кола фахівців та активістів природоохоронного руху;

- низька вартість водночас із серйозною науковою обґрунтованістю;
- швидке отримання результатів;
- «м'якість» для навколишнього середовища;
- можливість виявити результати впливу попереднього чи довготривалого забруднення.

Біологічні методи оцінки якості води

Біологічні методи оцінки якості води, які використовують біологічні особливості видів та показники структури угруповань біоти водойми, почали широко залучати до практики оцінки стану водойм лише у другій половині ХХ ст. Проте сьогодні вони набули широкого поширення та стрімко розвиваються. Біологічна оцінка якості води природних водойм проводиться за допомогою різних методів, серед яких головними є біотестування, біоіндикація та 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 та легко розмножуватися у лабораторних умовах. Ними можуть бути певні види найпростіших, плоских червів, молюсків, ракоподібних, одноклітинних водоростей і навіть деякі види вищих водних рослин, проте основний масив інформації отриманий з використанням гіллястовусих рачків (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 рачків — ритм серцевих скорочень; у молюсків — реакція закривання раковин.

Біотестування здійснюється кількома шляхами. Так, тест-об'єкт можна розмістити на фіксований час у воду з відомою токсичною речовиною та 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 та визначити зміни у його поведінці, фізіологічних реакціях (здатність виживати, темпи розмноження, інтенсивність дихання, фотосинтезу тощо) чи внутрішній будові органів, тканин і клітин. Такі експериментальні методи досить чутливі та 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 в результаті очищення біота майже відсутня.

Біоіндикація — метод оцінки якості води та 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 їхніх угруповань. Даний підхід базується на постулаті, що всі живі та неживі компоненти екосистеми тісно взаємопов'язані між собою, а, отже, екологічний стан водойми, забруднення та погіршення якості води в ній позначається на організмах, які тут мешкають: види-індикатори з'являються або зникають, змінюється їхнє видове багатство (кількість видів), чисельність, рясність, продукційні показники. 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 та екосистем. Біотестування дозволяє судити про стан води, що аналізується, біоіндикація — про стан екосистеми водойми.

Біомоніторинг. Для оцінки напрямку перебігу екологічних процесів у водоймі та розробки стратегії її оздоровлення необхідно проводити систематичні спостереження за її екологічним станом та станом якості води в ній, періодично визначаючи контрольні (індикаторні) показники. Терміном «моніторинг» (*monitoring* — контроль) визначають проведення заходів щодо безперервного спостереження, вимірювання та оцінки стану певного об'єкту. Біомоніторинг — це система пе-

ріодичних спостережень за екологічним станом об'єкту шляхом використання методів біоіндикації. Об'єктами біомоніторингу є біологічні системи та фактори, які впливають на них.

Комплексний підхід до проведення біомоніторингу (поєднання методів біоіндикації та 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 накопичити відомості про стан екосистеми водойми, виявити причини змін, що в ній відбуваються і, як результат — розробити методи покращання її екологічного стану.

Біологічну індикацію широко використовують для оцінки ступеня забруднення навколишнього середовища, яке «усуває» з природних екологічних ніш нестійкі до факторів забруднення види рослин і тварин. Проте, 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 та перебудова екосистеми у разі забруднення відбуваються поступово (якщо не йдеться про одночасне залпове сильне забруднення, в результаті якого біота просто відмирає). Точність біологічних методів залежить від багатьох факторів та не завжди буває високою, проте, 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 поліпшення) змінюється якість води. Ці методи дозволяють виявити результати довготривалого забруднення водойми, придатність водного середовища для життя того чи іншого організму та можливості використання води у певних цілях.

Сьогодні розроблено і широко використовується ціла низка підходів щодо біоіндикації якості води у природних водоймах. Зупинимось лише на найживаніших.

Біоіндикація за системою сапробності

Сапробність (*sapros* — гниючий) — характеристика водойми, яка показує рівень її забруднення органічними речовинами та продуктами їхнього 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. Пангле та Г. Букка (упровадили кількісний індекс сапробності, *S*), М. Зелінкою і П. Марваном (поняття сапробної валентності), Х. Лібманном, В. Сладечком (запропонували списки водних організмів-індикаторів сапробності).

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

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

Полісапробна зона — вода найбрудніша та характеризується низькою концентрацією кисню, що потрапляє до води переважно з атмосфери та 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 їхнього анаеробного розпаду. Видове багатство водних мешканців збіднене, переважають види-полісапроби, здатні витримувати високий рівень забруднення — бактерії (розвивається

кишкова паличка), інфузорії, олігохети, личинки деяких мух, гриби, актиноміцети, деякі види водоростей. Гідробіонти, які живуть у забруднених органічними речовинами водах та беруть участь у розкладанні останніх, є важливим ланцюгом у біологічному круговороті речовини та енергії. Води такої якості формуються у річках та озерах, до яких безпосередньо та 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- та бета-мезосапробні. В **α-мезосапробній зоні** починається аеробний розпад органічних речовин з утворенням метану, міститься багато вільної вуглекислоти та мало кисню. Серед водних організмів переважають ті, що пристосовані до дефіциту кисню, високого вмісту вуглекислоти та здатні витримувати забруднене середовище: бактерії, гриби, інфузорії, олігохети, трапляються лише окремі види ракоподібних (зокрема водяний віслючок), личинки двокрилих. У процесах самоочищення в 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 **β-мезосапробних водах** відмічається незначна кількість нестійких органічних речовин, що розклалися до окислених продуктів. Їм характерні менші кількості амонійного та нітритного азоту, сірководню, переважають нітрати. Розчиненого у воді кисню, зазвичай, багато, іноді спостерігається його перенасичення (у світлий період доби). Живий світ таких вод багатий та різноманітний, внаслідок надмірного розвитку фітопланктону може відбуватися «цвітіння» води. Серед організмів-індикаторів умов β-мезосапробної зони є зелені і синьо-зелені водорості, макрофіти, численні види найпростіших, сюди належить більшість видів молосків, ракоподібних, губки, різноманітні риби. Більшості нашим водойм притаманна вода такої якості.

Олігосапробна зона характеризує майже чисті води з незначним вмістом нестійких органічних речовин і невеликою кількістю продуктів їхньої мінералізації. Тут відмічаються високі концентрації кисню, відсутній сірководень, серед сполук

азоту домінують нітрати. Серед олігосапробних організмів, які населяють чисті або слабко забруднені органічними речовинами води, відмічається значна кількість видів діатомових водоростей (зазначимо, що явища «цвітіння» води тут не буває). Видами-індикаторами олігосапробних умов є численні харові водорості, деякі вищі водні рослини, ракоподібні, коловертки, молюски, личинки комах та риби. Олігосапробна зона представлена чистими водами великих озер.

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

Для кожної із чотирьох 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; β-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 двох тисяч мікрота макроорганізмів, для яких відомі індекси сапробності виду та валентність сапробності. Користуючись подібними списками, можна оцінити сапробність тої чи іншої водойми.

Для кількісної оцінки ступеня забруднення водойми органічними речовинами, був введений **Індекс сапробності (S)**, який, крім індикаторної значущості видів, враховував і кількість особин індикаторних організмів (абсолютна кількість, умовні бали або процентне 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, зустрічається часто — 3, масовий вид — 5. Щодо індивідуального індексу сапробності (s), то у спрощеному варіанті (модифікація Пантле-Букка) його значення може прийматися: для олігосапробів — 1, β-мезосапробів — 2, α-мезосапробів — 3, полісапробів — 4.

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

Таблиця 1.

Співвідношення індексу сапробності, зони сапробності та 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	β-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 та обробка значного об'єму кількісних даних;
- списки видів-індикаторів включають переважно західно-європейські види.

Біоіндикація за визначенням трофічного статусу водойми

Природні водойми різняться 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 водних 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 помешкання даних організмів).

Трофічний рівень водойм тісно пов'язаний із вмістом у воді біогенних елементів (насамперед, азоту та фосфору). Трофічна класифікація ґрунтується на рівні продукування первинної продукції автотрофними організмами (мікроскопічними водоростями та макрофітами). На присвоєння водоймі певного трофічного статусу впливають і інші показники: чисельність та біомаса фітопланктону, кількість біогенних речовин у водоймі, вміст хлорофілу у воді тощо. Вчені виділяють чотири основних трофічних типи водойм: оліготрофні (малопродуктивні), мезотрофні (середньопродуктивні), евтрофні (високопродуктивні), дистрофні (непродуктивні), які розрізняються за основними фізико-хімічними та гідробіологічними показниками (табл. 2).

Оліготрофні водойми — їм притаманний незначний вміст біогенних елементів та невисокий рівень первинної продукції. Це великі глибокі озера та гірські річки з холодною, прозорою, насиченою киснем та 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 та помірним вмістом елементів мінерального живлення.

Евтрофні — водойми з високим рівнем первинної продукції, багаті на біогенні елементи. Якість води в них низька, часто спостерігається явище «цвітіння» води за рахунок масового розвитку переважно синьо-зелених водоростей. Частина надлишкових органічних речовин накопичується у донних відкладах, призводячи до замулення, заболочення та погіршення якості води. Це мілко-

Таблиця 2.

Комплексна екологічна класифікація якості поверхневих вод суходолу (модифікована за [13, 14])

Показники	Класи якості води				
	дуже чиста	чиста	забруднена	брудна	дуже брудна
зависи, мг/л	<5	5-14	15-30	31-100	>101
прозорість, м	>3,0	0,55-3,0	0,35-0,5	0,15-0,3	<0,1
Колір води	Голубуватий	Голубо-ваго-зелений	Зелено-жовтий, жовтий	Буро-жовтий	Бурий
pH	7,0	6,1-6,9 7,1-7,9	5,7-6,0 8,0-8,3	5,3-5,6 8,4-8,7	<5,2 <8,8
N заг., мгN/л	<0,30	0,30-0,70	0,71-1,50	1,51-5,00	>5,01
P заг., мгP/л	<0,01	0,01-0,05	0,051-0,200	0,201-0,500	>0,501
O ₂ % насичення	100	81-100	61-80	31-60	<10
біомаса фітопланктону, мг/л	<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	ксно-сапробна	оліго-сапробна	β-мезо-сапробна	α-мезо-сапробна	полі-сапробна
категорії трофності	оліготрофна	оліго-мезотрофна	мезо-евтрофна	евтрофна	гіпертрофна

водні озера, малі водосховища та 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 та органічної речовини, і саме через це — надзвичайно бідним біотичним різноманіттям та низькою продуктивністю. Зазначимо, що органічної речовини в таких водоймах з надлишком, проте вона зв'язана і недоступна для використання живими організмами, а лише консервується та накопичується. Внаслідок специфічних умов середовища тут відбувається накопичення органічної речовини рослинного походження, що важко піддається розкладанню. Дистрофні водойми надзвичайно замулені, вода в них темно-коричневого кольору через значну кількість гумінових кислот, вміст розчиненого у воді кисню мінімальний, проте спостерігається високий вміст сірководню та метану, реакція води кисла. Водойми такого типу трапляються, переважно, у заболочених районах Полісся та у внутрішніх водоймах очеретяних плавнів.

Розподіл водойм на чотири трофічні типи має спрощений характер, 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 зустрічаються водні мохи. Нижче за течією, коли маленькі струмки зливаються та утворюють більшу річку, концентрація біогенних елементів у воді зростає, переважно за рахунок потрапляння їх з навколишніх земель.

Різноманіття водних організмів різко збільшується та 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 водні 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. Вдовж берега формується високопродуктивний пояс водних та прибережно-водних рослин. На дні розвиваються невибагливі до якості води черви, личинки комарів-дзвінців (хірономіди). Таким чином, навіть у водоймі, що не зазнає впливу діяльності людини, природним шляхом змінюється якість води.

Процес збагачення води сполуками біогенних елементів, насамперед азоту та фосфору, що сприяє збільшенню первинної продукції водойми (за рахунок розвитку водоростей та вищих водних рослин), зветься *евтрофікацією водойми*. Основною ознакою даного процесу є масовий розвиток мікроскопічних водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації кисню під час їхнього відмирання та розкладання. Як вже зазначалося, це природний процес, але з середини ХХ ст. швидкість його проходження стрімко зросла у результаті діяльності людини.

Підвищення трофічного статусу водойм внаслідок впливу людини називають *антропогенною евтрофікацією*.

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

До антропогенної евтрофікації водойм призводить і неконтрольоване застосування мінеральних добрив та хімічних речовин захисту рослин, потрапляння до водойм недостатньо очищених стічних вод, об'єми яких подекуди співставні з водністю водойми, тощо. Масштаби цього явища просто вражають: про-

цеси антропогенної евтрофікації сьогодні охопили майже всі водойми на різних континентах Землі.

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

Біоіндикатори

Біоіндикатори (*indico* — вказую, визначаю) — це організми, групи особин одного виду (популяції) або угруповання, наявність та інтенсивність розвитку яких є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища (у тому числі 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 навколишнього середовища своєю наявністю або відсутністю, зміною зовнішнього вигляду, чисельністю, біомасою, хімічним складом, поведінкою, особливостями індивідуального розвитку. Таким чином, біоіндикатори свідчать про ту чи іншу якість життя у даному середовищі.

Існує група дуже чутливих до забруднення організмів, які у разі забруднення водойми першими зникають зі складу її населення. Це **індикатори чистої води**. Діаметрально протилежною є група видів, що пристосовані до життя в дуже забруднених водоймах. Вони не тільки почувають там себе дуже комфортно, але і не можуть жити у воді, бідній на органічні та 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. Проте, і еврибіонти подекуди виступають у ролі біоіндикаторів. Так, масовий розвиток цих видів у водоймах, що вважалися чистими, є свідченням їхнього забруднення. Як вже зазначалося, оцінка екологічного стану водойми з використанням біоіндикаторів зазвичай дає ціннішу інформацію, ніж визначення ступеню 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 та екологічне різноманіття);
- 2) висока екологічна точність реакції біоіндикатора на зміну фактору середовища, який індикується;
- 3) відносно висока чисельність виду-індикатора;
- 4) широке розповсюдження у екосистемі;
- 5) простота у визначенні таксономічної приналежності;
- 6) наявність інформації про екологію виду.

Як біоіндикатори можна використовувати значну кількість груп організмів, однак при цьому дуже важливо, аби метод був відносно малозатратним і швидким. А у разі, коли дослідження проводять громадські екологічні організації, волонтери природоохоронного руху чи школярі — 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 вивчення можливостей використання в ролі біоіндикаторів видів макрофітів, риб, а також мікроскопічних мешканців товщі води — фітопланктону та зоопланктону. Найточніші результати біоінди-

кації водойм дає спостереження за організмами, які у разі змін комплексу умов середовища не можуть швидко і назовсім зникнути з біотопу. До таких належать водні рослини — макрофіти, а також тварини-мешканці дна водойми — макрозообентос. Це досить великі організми, які можна легко зібрати у водоймі й визначити до певного таксономічного рівня без збільшувальних приладів та 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 факторів, серед яких виділяють абіотичні, біотичні та антропогенні (антропічні). **Абіотичні фактори** віддзеркалюють фізичні та хімічні властивості води: концентрація кисню, розчиненого в ній, її прозорість та здатність пропускати сонячне світло для забезпечення фотосинтезу, температура, солоність та жорсткість, наявність доступної органічної речовини та біогенних елементів. Специфіку живого населення водойми визначають також динаміка водних мас, швидкість течії, характер донних відкладів, тощо. **Біотичні фактори** формуються в результаті впливу водних організмів на середовище (наприклад, насичення киснем води внаслідок фотосинтезу водних рослин) або один на одного (симбіоз, паразитизм, хижацтво). **Антропогенні чинники** визначаються характером впливу людини та її діяльності на водні екосистеми. До тих із них, що у ХХ ст. набули надзвичайно великого впливу на водні екосистеми, належать: зарегулювання річок, безворотнє водокористування, забруднення водойм стоками різного походження та нераціональний промисел.

Водойма — це складна система різноманітних біотопів, найбільшими серед яких є товща води (або **пелагіаль**), дно з прилеглим шаром води (**бенталь**) та поверхневий шар води, який межує з атмосферою (**нейсталь**). Все населення водойми, залежно від того, у якому біотопі мешкає організм, складається з кількох великих екологічних груп:

планктон (*planktos* — блукаючий, мандрівний) — різноманітні, переважно дрібні організми, що вільно дрейфують в товщі води і не здатні опиратися течії. До таких

організмів належать бактерії (бактеріопланктон), дрібні мікроскопічні водорості (фітопланктон), найпростіші, ракоподібні, яйця і личинки риб, личинки різних безхребетних тварин (зоопланктон). Планктон безпосередньо або через проміжні ланки ланцюга живлення є їжею для більшості інших водних тварин;

нектон (*nektos* — плаваючий) — сукупність крупних активно плаваючих організмів, що мешкають у товщі води та здатні протистояти силі течії і самостійно пересуватися на значні відстані. До цієї групи належать риби;

бентос (*benthos* — глибина) — сукупність організмів, що мешкають на дні водойми, на ґрунті або в самому ґрунті; тварини, що належать до бентосу, називаються зообентосом, а рослини — фітобентосом;

зоофітос — угруповання безхребетних тварин літоральної зони, життєвий цикл яких пов'язаний із макрофітами;

перифітон, або обростання — поселення водних організмів на скелях, камінні, підводних частинах гідротехнічних споруд, суден, всередині водозабірних труб тощо. Основу перифітону складають прикріплені рослини і тварини: водорості, гідроїди, моховатки, губки, моллюски; серед них селяться рухомі тварини, головним чином черви і ракоподібні.

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

Кожна екологічна група організмів може використовуватися для біологічної оцінки якості води і має свої переваги та недоліки. Для оцінки екологічного стану необхідно лише якнайповніше охопити дослідженнями усі ділянки водойми (прибережну зону, плесо, затоки тощо). Озерам характерні стоячі води та, зазвичай, більш гомогенні екологічні умови. Тому тут більшу увагу можна приділити вивченню населення дна (бентосу) та 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 та потічках, необхідно намагатися дослідити усі структурні складові водотоку — перекати, плеса, затоки-заводи, 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 та корчі, які є на дні річки) та 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 та нижче за течією від місць наявного або можливого забруднення.

Зверніть увагу на час проведення досліджень. При використанні макрозообентосу як біоіндикатора дослідження можна проводити від ранньої весни до пізньої осені. У разі проведення біоіндикації за макрофітами найкращим часом є період їхнього найбільшого розвитку — липень-серпень.

У додатку 1 наведена схема опису водойми.

Макрофіти — біоіндикатори

Водні 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 та квіткові рослини, що здатні рости в умовах водного середовища або надлишкового зволоження (мешкають як безпосередньо у воді, так і в прибережній зоні).

Водні макрофіти мають різноманітні пристосування до життя у воді. Так, у водному середовищі рослинам не потрібні міцні стебла, тому механічні тканини розвинуті слабо, стебла та листки більшості водних рослин м'які та гнучкі. А для утримання тіла на плаву утворюються численні повітряні порожнини та канали. Більшість макрофітів отримують кисень та вуглекислоту безпосередньо із води, тому листки їх тоненькі та ніжні, без захисного покриву, часто дуже розсічені для збільшення поверхні тіла. Таке пристосування необхідне, оскільки рослини поглинають з води не лише гази, але й різноманітні поживні речовини саме поверхнею. Як наслідок — коренева система у деяких видів розвинута слабо або її немає зовсім. Розвиток водних рослин починається набагато пізніше від наземних внаслідок того, що весною вода у водоймах прогрівається повільніше, ніж повітря. Зимують водні рослини особливим чином. Річ у тім, 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. Туріони на зиму занурюються на дно, а весною спливають і дають початок новим рослинам. Особливістю цієї групи є переважання вегетативного розмноження над насінним. Часто досить невеликої частинки кореневища чи стебла з листками, аби з нього утворилася нова рослина. У поширенні насіння велику роль відіграє вода, і більшість водних рослин має плавучі насіння та плоди.

Макрофіти є обов'язковою складовою екосистем більшості водойм та водотоків, вони впливають на гідрохімічні та гідробіологічні процеси, відіграючи важливу та багатогранну

роль у житті водойми. Передусім, макрофіти в процесі фотосинтезу виділяють кисень, збагачуючи ним воду. Водні рослини є кормом для мешканців водойм. Протягом літа на їх зелені «килимах» відгодовуються водоплавні птахи, ссавці, деякі риби. Зарості водних рослин забезпечують тварин місцем мешкання та надають їм прихисток, є цінними нерестовищами для багатьох видів риб. Тут розвивається багатий комплекс водних безхребетних тварин (личинки комах, ракоподібні), які складають основу раціону риб. Велике значення мають водні рослини й для очищення водойм від забруднення. Їхні 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, тощо, в заростях також прискорюється процес розкладання нафтопродуктів. Проте, крім позитивної, водна рослинність може відігравати й 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 водних рослин, особливо повітряно-водних, відбувається накопичення органічної речовини, розвиваються процеси заболочення, що негативно впливає на біорізноманіття та продукційні процеси водних екосистем.

Особливості біоіндикації за макрофітами

Використання окремих видів макрофітів, а також їхніх 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 навколишнього середовища, відображає комплекс характеристик водойми: гідрологічний режим, трофічний статус, стадію розвитку, специфіку хімізму води тощо. Навіть попереднє обстеження рослинності водойми дозволяє зробити експрес-оцінку її екологічного стану.

Серед усього різноманіття водних рослин існують види, які не витримують найменшого забруднення та можуть жити лише у чистих водах. Деякі з макрофітів, навпаки, можуть не тільки існувати у забруднених водах, а й витримувати високі концентрації забруднюючих речовин.* Внаслідок такої природної диференціації екологічних ніш водні рослини та їхні угруповання підходять для використання як індикатори певного екологічного стану водойми та якості води в ній. Проте, 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**), особливості структури їхніх угруповань.

Індикація за допомогою макрофітів має певні обмеження. Насамперед, вона можлива лише тоді, коли у водоймі складається певний комплекс зовнішніх умов, сприятливих для розвитку водних рослин, а саме: помірна швидкість течії, наявність захищених від вітру та хвиль мілководь, придатні донні відклади, прозорість води тощо. Наприклад, у гірських річках макрофіти практично 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,

*На цих особливостях макрофітів ґрунтується використання їх у якості природних біофільтрів. На сучасних очисних спорудах на одному з етапів очищення промислові та побутові стоки проходять через спеціально створені зарості макрофітів (переважно, угруповання очерету, рогозу, лепешняку) — так звані «біологічні плато», де й 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.

** Проективне покриття (ПП, %) — проекція на ґрунт надземної частини рослини.

гальки, бруду, що нищить усе на своєму шляху. Гарні результати біоіндикації за макрофітами можна отримати у разі вивчення рослинності озер чи ставків з добре розвинутою мілководною зоною, або ж середніх та малих за розмірами рівнинних річок, що вирізняються повільною течією та 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 (приміром, важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами тощо), оскільки ті чи інші особливості видового складу макрофітів чи структурних показників їхніх угруповань є сумарною (інтегральною) відповіддю на сукупну дію комплексу зовнішніх чинників середовища. Для визначення рівня накопичення у рослинах різних забруднювачів необхідно проведення у спеціалізованих лабораторіях складних та вартісних спектрофотометричних аналізів.

Добираючи групу організмів, за якою 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, переважно, з багаторічних рослин, що є стабільнішими, більш пристосованими та «витривалішими» до змін середовища, тому вони менше реагують на короткочасні трансформації стану водойми.

Біоіндикація екологічного стану водойми за макрофітами може здійснюватися шляхом 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 пристосування до водного середовища, макрофіти поділяють на дві основні екологічні групи: геолофіти, або повітряно-водні рослини — амфібіонтні види, що мешкають як у водному середовищі, так і в перезволожених біотопах, та гідрофіти — справжні водні рослини.

Прибережні та мілководні ділянки водойм займають зарості *повітряно-водних рослин* (очерет, рогіз, стрілолист, лепешняк тощо). Їхні 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 та очищують забруднені води поверхневого стоку, які потрапляють до водойми з навколишніх суходільних територій. Проте 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, як правило, 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* — переважно мешканці тихих озерних плесів або річкових заток з помірною течією. Деякі з них прикріплені до дна кореневищем (гличики, лагаття, водяний горіх), інші — *вільноплаваючі* — переміщуються 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 тощо). В озерах з високою прозорістю води їхні угруповання можуть розвиватися до глибини 8–10 метрів, проте найчастіше у наших водоймах — лише до 2–3 м. Таким чином, завдяки тісно-

му зв'язку з водним середовищем, саме гідрофіти найбільше залежать від екологічного стану водойми, і тому є найчутливішими серед водних рослин індикаторами якості води.

Завдяки тому, що умови мешкання макрофітів можуть бути надзвичайно мінливими (мілководдя більшості природних водойм часто влітку осушуються чи, навпаки, загоплюються на значні глибини під час повеней та паводків), більшості видам рослин властивий поліморфізм — здатність змінювати свою життєву форму залежно від умов середовища. Так, окремі види (сусак, куга, їжача голівка, лепешняк) здатні переходити із повітряно-водної форми у занурену, формуючи цупкі стебла та листки у першому випадку та 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-водних 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 вільно-плаваючих, є індикатором відсутності проточності водойми, застійних явищ у ній, підвищеного трофічного рівня та погіршення якості води. Панування у водоймі багатовидових заростей занурених макрофітів, переважно дрібнолистих рдесників чи харових водоростей, свідчить про її гарний екологічний стан.

Просторовий розподіл рослин у водоймі

Визначити тенденції екологічних процесів, що відбуваються у водоймі, та окремі характеристики її екологічного стану можна не лише за видовим складом рослин-індикаторів, але й за особливостями просторового розподілу рослинних угруповань (фітоценозів).

Просторовий розподіл заростей водних рослин у водоймі залежить від багатьох чинників (швидкості течії, характеру ґрунту, глибини, наявності захищених мілководь, рельєфу берегової лінії, вітро-хвильового впливу тощо). У річках з уповільненою течією та озерах, яким притаманне поступове збільшення глибини, зазвичай виражені чотири пояси водної рослинності (рис. 1). Перший пояс, безпосередньо на прибережних ділянках, утворюють низькорослі повітряно-водні рослини: лепешняк великий, хвощ річковий, різні види осок, стрілолист стрілолистий, ситняг болотний, їжача голівка пряма, частуха подорожникова. Наступний — пояс високих повітряно-водних рослин — розповсюджений, зазвичай, до глибини 0,5 м і складається з угруповань очерету звичайного, рогоза вузьколистого, кути 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 мілководях (фітоценозів).

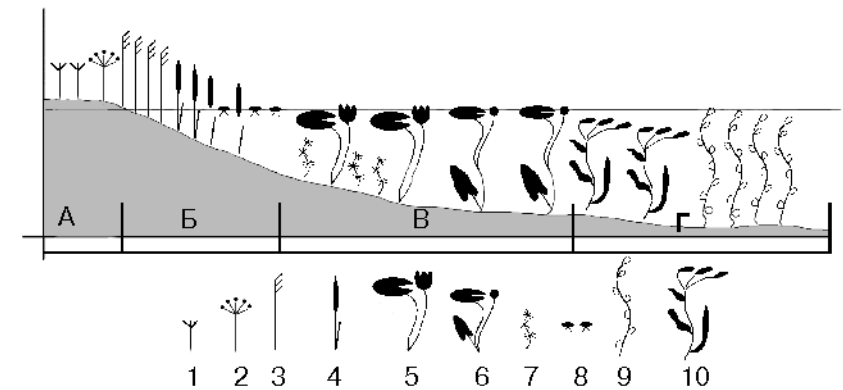


Рис. 1. Схема заростання водойми

Умовні позначення:

А — пояс низькорослих повітряно-водних рослин; Б — пояс високорослих повітряно-водних рослин; В — пояс рослин з плаваючими листками; Г — пояс занурених макрофітів; 1 — осоки, 2 — сусак зонтичний, 3 — очерет звичайний, 4 — рогоз вузьколистий, 5 — латаття біле, 6 — глечики жовті, 7 — кушир занурений, 8 — ряски, 9 — рдесник пронизанолистий, 10 — рдесник блискучий.

водях озер цей пояс може не розвиватися зовсім. У разі заболочення ділянки водойми значного розвитку у цьому поясі можуть набуті зарості водяного різака алоевидного, жабурника звичайного та рясок. Наступний пояс — занурених рослин — утворюється глибше (зазвичай в інтервалі 0,5–2,5 м), його формують угруповання різних видів рдесників, елодеї канадської, а у разі підвищення забруднення водойми — водопериці колосистої, куширу зануреного, рдесника гребінчастого. В чистих глибоководних озерах зона занурених рослин розповсюджується до значної глибини (8–10 м), але її утворюють інші види (молодильник озерний, харові водорості).

Така узагальнена схема розміщення поясів рослин у водоймі в природі спостерігається далеко не завжди, змінити її структуру можуть не лише природні фактори, але й 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 тощо). У місцях надходження у річку стічних вод з високими концентраціями забруднюючих речовин зарості водних рослин, зазвичай, перебувають у пригніченому стані або й 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 тощо), 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-водну 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 просторо-

вої структури — просування поясу повітряно-водних 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 та проточності водотоку, поступове його замулення та заболочення.

Отже, у разі уважного та періодичного вивчення просторової структури водної рослинності ділянок, що зазнають антропогенного впливу, та природних непорушених ділянок водойми, можна знайти індикаторні ознаки у цій характеристиці рослинного покриву.

Макрофіти — індикатори умов середовища

Із загального різноманіття водних макрофітів лише частина видів придатна для використання в якості індикаторів. Притаманна більшості водних рослин широка екологічна пластичність дозволяє їм пристосовуватися до різноманітних екологічних умов. Проте, серед водних 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 певні швидкості течії. Це, насамперед, різні види рдесників (пронизанолистий, довгий, кучерявий), а також їжачі голівки пряма та зринувша, сусак зонтичний, стрілолист стрілолистий, глечики жовті, які в умовах течії утворюють занурені екоформи.

Індикатори лімнофільних умов (*limne* — озеро, *fileo* — любити). У разі зарегулювання 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 замулен-

ня, погіршення кисневого режиму та надлишок органічної речовини у воді. За таких умов розвиваються зарості рогазу вузьколистого, лагаття білого, рдесників плаваючого, вузлуватого, а також блискучого, волосовидного та сплюснутого, водопериці колосистої. З'являються розріджені угруповання рясок.

Індикатори заболочення. У заплавах 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 й спричинене цим утворення сірководню, зниження рівня розчиненого у воді кисню, зміну кольору води тощо. 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 та обміління внаслідок змивання з еродованих ділянок водозбору великої кількості ґрунту. Це зменшує водопрпускну 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 рогазу вузьколистого та куги озерної, які не витримують довготривалого осушення. Натомість, уздовж всього річища та на прилеглий заплаві інтенсивно розростаються угруповання очерету, осок. Спостерігається «переродження» заплавної луки в очеретяне болото.

Індикатори коливання рівня води. Постійне коливання рівня води, спричинене господарською діяльністю (незворотне забирання води на господарські цілі, зарегулювання, спрацювання рівнів води у водосховищах внаслідок роботи гідровузлів тощо) має суттєвий вплив на розвиток макрофітів. Свідченням посилення таких процесів у водоймі є розвиток так званого «амфібійного» комплексу рослин — видів, що здатні витримувати значні коливання рівнів. Це угруповання

водяного хрону земноводного, омега водяного, водяної сосонки, гірчака земноводного. Зникають чутливі до коливання рівнів види рдесники, насамперед пронизанолистий та гребінчастий, або зменшується продуктивність їх заростей, які робляться розрідженими і деградованими.

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

Макрофіти-індикатори трофічного статусу

Природним водоймам різного трофічного статусу властиві певні особливості видового складу макрофітів, структури та ступеню розвитку їхніх 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 червоноквіткова, рдесник альпійський. Озера мезотрофного і евтрофного типів можна визначити за такими ознаками: рослинні угруповання добре розвинуті, багатовидові, утворюють широку прибережну смугу, яка складена трьома–чотирма поясами макрофітів. В мезотрофних водоймах найкраще виражений пояс занурених рослин, складений багатьма видами рдесників та 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-

Макрофіти – індикатори трофічного статусу водойм

водної рослинності (очерет, рогоз), 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 зтягнути всю поверхню водойми), кушир занурений, різак алоеvidний.

Для розвитку макрофітів найсприятливіші умови складаються в евтрофних та мезотрофних водоймах з вираженою літоральною зоною та захищеними мілководдями. Ми вже зазначали, що 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 3 наводиться список видів макрофітів-індикаторів певного трофічного рівня водойм. Як бачимо, більшість видів рослин належить до середнього рівня трофності – мезо- та мезо-евтрофного. Надзвичайно мало видів ростуть у чистих оліготрофних водоймах. Схожа ситуація спостерігається і у дистрофних водоймах.

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

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

Трофічний тип водойми	Види макрофітів
Оліготрофний	Водопериця черговоквіткова, молодильник озерний, рдесник альпійський, харові водорості, водні мохи.
Оліго-мезотрофний	Рдесник гостролистий, рдесник волосовидний, водяний жовтець плаваючий, фонтиналіс протипожежний, альдрованда пухирчата, 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 зринувши, 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, кута 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 алоеvidний, жовтець язиколистий, плавушник болотний, образки болотні.

Визначення якості води за макрофітами

Під час обстеження водойми з метою визначення якості води за макрофітами особливу увагу доцільно приділяти домінуючим видам рослин та їхнім угрупованням, оскільки саме вони віддзеркалюють загальну картину екологічного стану водойми. Проте, не слід ігнорувати й види з незначною чисельністю, які у разі 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 потужним фактором формування умов середовища. Як вже зазначалося, індикатором екологічного стану водойми може бути не лише видовий склад макрофітів у водоймі, але й рясність видів, особливості просторового розподілу водної рослинності та деякі інші показники. Використання таких показників потребує досвіду та спеціальної ботанічної підготовки. Найпростішим є вивчення видового складу заростей водних рослин. Якщо водойма невелика та у ній складаються однорідні умови, можна проводити спостереження на одній ділянці. Але зазвичай різні ділянки водойми знаходяться під впливом комплексу різноманітних факторів 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). Пропонуємо кілька рекомендацій щодо виконання опису водної рослинності:

- Якщо метою роботи є визначення якості води всієї водойми, для описів необхідно обирати найтипівіші її ділянки.
- Якщо метою роботи є дослідження впливу окремого джерела забруднення, необхідно обстежити ділянки вище та нижче за течією від місця потрапляння забруднених вод (наприклад, вище за течією від населеного пункту та нижче його).

- Намагайтеся охопити різноманітні біотопи водойми: плеса, перекати, затоки, прибережні мілководдя тощо.
- Розмір ділянки для описів залежить від розміру водойми. Так, для малої річки чи ставка необхідно обстежити 50 м узбережжя та зробити 3–4 описи. Для середньої річки та 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 та пониззя).
- Не забудьте зазірнути всередину заростей — там можуть виявитися дуже цікаві знахідки.
- Обстежте всі можливі пояси та 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 (Додаток 1). Далі наводиться перелік видів макрофітів, що трапилися, та 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 днів зберігати в холодильнику або, повернувшись до класу чи 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) та частка кожної екологічної групи.
2. Загальна кількість видів макрофітів на ділянці.
3. Домінуючі угруповання макрофітів та їх рясність.
4. Індикаторні групи (залежно від обраного методу та цілей, табл. 3–5).

5. Види та угруповання макрофітів, що потребують охорони (Додаток 6).

6. Додаткова інформації (відомості, які ви вважаєте за потрібне додати).

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

г — вид трапляється поодинокі, 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 оцінних оцінок ступеня розвитку видів дозволяє досить ефективно оцінити роль та значимість кожного окремого виду в рослинному угрупованні.

Наголосимо, що під час роботи з водними рослинами треба обов'язково знати види, які перебувають під охороною — це види, внесені до Червоної книги України та регіональних червоних списків. Їх не можна збирати в природі.

Модифікований індекс Майєра

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

Таблиця 4.

Індикаторні групи макрофітів за модифікованим індексом Майєра

Макрофіти чистих водойм, А	Макрофіти водойм помірного забруднення, В	Макрофіти забруднених водойм, С
<ul style="list-style-type: none"> • водопериця червоноквіткова • молодильник озерний • рдесник альпійський • рдесник гостролистий • харові водорості* • водні мохи* • альдрованда пухирчаста • пухирник малий • водяний жовтець плаваючий 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • кушир занурений • водопериця колосиста • рдесник гребінчастий • нитчасті водорості* • ряски та сальвінія плаваюча* (ПП >60%) • різак алоевидний • пухирник звичайний • водяний жовтець закручений

* Зірочками позначені збірні групи макрофітів. Під час розрахунку індексу Майєра кожна група (харові водорості, водні мохи, широколистяні рдесники, лататтеві, ряски тощо) приймається за «1». Тобто, якщо у водоймі є кілька видів, приміром, харових водоростей чи рясок — при розрахунках до загального числа видів відповідної колонки ми додаємо лише 1.

рахуються як окремі види, так і збірні групи (харові водорості, водні мохи тощо).

Індекс (S) розраховується за формулою:

$$S = A \times 5 + B \times 2 + C \times 1$$

де А, В та 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 в 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 водною рослинністю. Якщо у водоймі відмічені види, які всі належать до однієї індикаторної групи (наприклад — гірський потічок, де крім 1–2 видів водних 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 та визначення її екологічного стану.

Макрофітний індекс (MI)

Для розвитку водних рослин першочергове значення має вміст біогенних елементів (насамперед азоту та фосфору) та органічної речовини у воді. В основі розробленого та запропонованого нами методу полягає закономірна зміна індикаторних груп видів макрофітів, що відбувається у водоймі відповідно до зростання рівня забруднення та погіршення якості води, насамперед у результаті антропогенної евтрофікації. Серед загального різноманіття макрофітів тільки порівняно невелика частина має відносно чіткі індикаторні властивості та може бути використана для визначення якості води. На основі багаторічних натурних спостережень за водною рослинністю водойм різних типів України види макрофітів зі схожою реакцією на забруднення були об'єднані у 7 індикаторних груп. Визначивши наявність у водоймі видів певної індикаторної групи та порахувавши загальну кількість макрофітів, що росте тут, можна отримати Макрофітний індекс (MI), який і буде показником екологічного стану водойми та якості води. Визначення MI проводиться за спеціально розробленою таблицею (Кольорова вкладка, Таблиця для визначення MI).

Макрофітний індекс (MI) має значення від 1 (дуже забруднена вода) до 10 (чиста вода). Значення макрофітного індексу співставне з уживаними в Україні класами якості води:

I клас — дуже чиста (значення MI 9–10 балів, блакитний колір),

II клас — чиста (7–8 балів, зелений колір),

III клас — забруднена (5–6 балів, жовтий колір),

IV клас — брудна (3–4 бали, оранжевий),

V клас — дуже брудна (1–2 бали, червоний колір).

Чим вище значення макрофітного індексу, тим краще екологічні умови у водоймі та якість води в ній.

Приклад 1: у водоймі були знайдені такі види макрофітів: очерет звичайний, ситник болотний, куга озерну, три види харових водоростей, рдесник пронизанолистий, рдесник блискучий, рдесник кучерявий, елодея канадська та водяний гірчак земноводний. Таким чином, всього виявлено 11 видів макрофітів. Звертаємося до таблиці та визначаємо, що у водоймі є види з I індикаторної групи (3 види харових водоростей). На перетині першого рядка та третього стовпчика (загальна кількість видів макрофітів у водоймі) отримуємо значення MI — 9 (решта рядків і стовпчиків таблиці — ігнорується). Отже, якість води відповідає II класу — чиста.

Приклад 2: на мілководдях масово трапилися нитчасті водорості, ряска мала, кушир занурений, водяний жовтець закручений, водопериця колосиста, рдесник гребінчастий, очерет, рогіз вузьколистий та лепешняк великий. Всього — 9 видів макрофітів. Визначаємо за таблицею, що у списку макрофітів відсутні види I–III індикаторних груп, є види IV–VII групи. Отже, працюємо з четвертим рядком таблиці та другим її стовпчиком. На перетині отримуємо значення MI — 5. Вода III класу якості — забруднена.

Визначення екологічного стану водойм та якості води за складом водних макробезхребетних

Індикаторна роль безхребетних

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

Ті з водних тварин, розмір яких перевищує 5 мм, відносять до *макробезхребетних*. Вони, переважно, є мешканцями дна водойми (складають *макрозообентос*) та угруповань водних рослин (*макрозоофітос*, або фітофільний комплекс макробезхребетних). Поняття зообентосу та 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 водних рослин.

Макробезхребетні — представники кількох класів тварин: черви, молюски, ракоподібні, личинки комах тощо. За особливостями життєвого циклу їх поділяють на дві групи: організми, пов'язані з донним середовищем протягом всього життя, та тварини, що живуть у водоймі лише впродовж 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 та рослини) чи потрапляє до неї з прилеглих територій, відіграють значну роль у очищенні води від завислих часток шляхом фільтрації. Більшість видів, 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, водні рослини) утворюється той чи інший біоценоз з характерним видовим складом тварин, тому попередньо необхідно визначити основні біотопи у водоймі. Залежно від типу донних відкладів та наявності заростей макрофітів виділяють 5 основних біоценозів, кожному з яких притаманний своєрідний видовий склад макробезхребетних.

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

Біоценоз піщаного ґрунту (псамофільний). Тваринне населення піщаного дна збіднене, звичайні тут бокоплавці, окремі види молюсків (крупні двостулкові, зокрема, перлівниці, та зябродихаючі червононогі — 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, ріючі личинки одноденок, можна натрапити на річкового рака, п'явок, молюсків (живородки, кульки), личинок волохокрильців, вислокрильців, комарів-дзвінців, різнокрилих бабок (наприклад, дідки та власне бабки), що закопуються у ґрунт; звичайними є водяний віслючок, водні клопи, численні олігохети, насамперед трубочник.

Біоценоз замуленого дна (пелофільний) різноманітний за видовим складом та багатий за кількістю організмів. До складу ценозів входять малощетинкові черви (олігохети), личинки комарів-дзвінців, личинки бабок, ріючі личинки одноденок, личинки вислокрильців, дрібні двостулкові та червононогі молюски. На забруднених ділянках трапляються п'явки, личинки мулової мухи, або бджоловидки (криски).

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

Розмір макробезхребетних тварин дозволяє достатньо легко знайти їх та вибрати з ґрунту чи з рослин без допомоги оптичних приладів, тому ці організми є найзручнішими для використання у біоіндикації. Механізм відбору проб макробезхребетних наведений у Додатку 2.

Серед тварин є види, що можуть слугувати індикаторами чистої води: якщо вони наявні у водоймі та їхнє 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 та волохокрильців; ці три ряди називають «комплекс ЕРТ» — відповідно до перших букв їхньої латинської назви (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*). Дорослі стадії (імаго) цих комах мають крила, живуть на суходолі та літають поблизу водойм. Личинки ж впродовж 2–3 років живуть на дні водойми та зазнають кілька линьок.

Існує також група макробезхребетних, що здатні виживати в умовах сильного забруднення органічними речовинами: олігохети, молюски-ставковики, рачок водяний віслючок, личинки комарів-дзвінців, личинки деяких мух. Ці організми можуть бути індикаторами погіршення екологічного стану водної екосистеми та 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.

Метод Вудівісса

Метод Вудівісса є одним із простих і широковживаних підходів до біоіндикації. Він був розроблений в 60-х роках минулого століття британським гідробіологом Ф.С. Вудівіссом для оцінки стану річки Трент (тому отримав ще назву **TBI** — **Trent Biotic Index**). Метод дозволяє проводити біоіндикацію стану водойм за складом лише великих безхребетних тварин — тих, які мешкають переважно на дні, а також на водній рослинності, і добре помітні неозброєним оком. Незважаючи на простоту методу, у деяких країнах він застосовується навіть на державному рівні для офіційних оцінок екологічного стану водойм. «Робота» індексу базується на зменшенні видового різноманіття фауни в умовах забруднення та на характерній послідовності зникнення з водойми різних груп тварин у разі посилення забруднення. Розрахунок індексу ґрунтується на двох параметрах: загальному різноманітті безхребетних та наявності організмів, що належать до індикаторних груп. Біотичний індекс визначається за допомогою спеціальної таблиці та характеризує ступінь забруднення водойми (кольорова вкладка, Таблиця для визначення TBI). Значення індексу Вудівісса змінюється від 0 (найбільш забруднена вода) до 10 (вода найвищої якості).

Індикаторними групами тварин у цьому методі були визнані веснянки, одноденки, волохокрильці, а також ракоподібні (бокоплави, водяний віслючок), олігохети родини *Tubificidae* та личинки комарів-дзвінців роду *Chironomus*. Крім пошуку цих тварин необхідно також визначити загальну кількість груп макробезхребетних*, що знайдені у водоймі (чи на її ділянці). Окрему групу можуть складати як один знайдений вид, так і кілька видів з однієї систематичної групи.

Для застосування цього методу необхідно і достатньо зібрати якісні проби макробезхребетних без обліку кількості тварин кожного виду на одиницю простору (м²). При цьому визначення тварин припускається до рівня рядів та родин (не обов'язково визначати їх до виду, достатньо визначити рід, ро-

* Перелік основних груп макробезхребетних, які враховуються в методі Вудівісса, наведений у Додатку 3.

дину чи просто приналежність до групи, відзначивши, що вони відрізняються за розміром, будовою або забарвленням).

Приклад: у пробі знайдено 10 видів макробезхребетних: 1 вид личинок одноденок, 2 види червононогих молюсків (равлики), 1 вид двостулкових молюсків, 2 види волохокрильців, 2 види п'явок, 1 вид личинок комарів-дзвінців та 1 вид ракоподібних – водяного віслючка. Разом вони складають 7 груп. Отож, слід шукати значення індексу в стовпчику «6–10» («Усього знайдених груп»). Далі встановлюємо горизонталь. Ключовою в нашому випадку є група одноденок (1 вид) – за відсутності веснянок ця група є найвищою за положенням в таблиці. З двох рядків, що відповідають групі «одноденки», обираємо рядок, який відповідає одному виду одноденок. На перетині стовпчику «6–10» і рядку («одноденки», «1 вид») знаходимо значення індексу *TBI* (він дорівнює 6 балам). За таблицею 5 встановлюємо клас якості води: β-мезосапробний.

Працюючи з *TBI*, особливо важливо, насамперед, встановити, чи є в пробі личинки веснянок, одноденок та волохокрильців – наявність цих груп свідчить про благополуччя водойми і відсутність у ній забруднень, принаймні хронічних. Важливе значення має кількість видів молюсків – якщо молюсків багато (їх видів у водоймі чи на її ділянці трапилося не менше 7 і серед них є не лише легеневі, а й зябродихаючі), можна стверджувати, що рівень сапробності не гірший за β-мезосапробний. Проте треба мати на увазі, що пусті черепашки молюсків та хатинки волохокрильців не мають індикаторного значення, оскільки їх могло принести течією з інших ділянок.

Таблиця 5.

Класифікація якості води за індексом Вудівісса

Кількість балів	Тип водойми
0–2	полісапробний
3–5	α-мезосапробний
6–7	β-мезосапробний
8–10	олігосапробний

Індекс Майєра

Інший 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 водних тварин до водойм з певним рівнем забруднення. Основні групи організмів-індикаторів були розподілені на три групи (табл. 6).

Таблиця 6.

Індикаторні групи макробезхребетних за індексом Майєра

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

Індекс Майєра (*S*) розраховується за формулою:

$$S = A \times 3 + B \times 2 + C \times 1$$

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

Величина індексу свідчить про рівень чистоти/забруднення водойми:

- більше 22 балів — вода першого класу якості (водойма особливо чиста, олігосапробна зона);
- 17–21 балів — вода другого класу якості (водойма чиста, олігосапробна зона);
- 11–16 — вода третього класу якості (водойма помірно забруднена, β-мезосапробна зона);
- менше 11 — четвертий-п'ятий класи якості (водойма брудна, α-мезосапробна або полісапробна зони).

Приклад: у пробі знайдені такі донні безхребетні: малоштиткові черви, п'явки, крупні двостулкові моллюски (перлівниця), моллюски-котушки, водяні віслючки, водяні кліщі, личинки одноденок, личинки волохокрильців, личинки бабок, личинки комарів-довгоніжок, личинки комарів-дзвінців, личинки мошок, личинки жуків, личинки мокреців, водні клопи. З них три групи (личинки одноденок, волохокрильців та крупні двостулкові моллюски) зазначені у першому стовпчику таблиці (А), інші дві (личинки бабок, комарів-довгоніжок) — у другому (В), і п'ять (личинки комарів-дзвінців, водяні віслючки, личинки мошок, моллюски-котушки, малоштиткові черви) — у третьому (С). Водні клопи, личинки жуків, п'явки, личинки мокреців та водні кліщі в даному методі не належать до організмів-індикаторів (у таблиці не наведені), тому під час підрахунку значення індексу Майєра не враховуються. Таким чином:

$$S = 3 \times 3 + 2 \times 2 + 5 \times 1 = 9 + 4 + 5 = 18.$$

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

Характеристика окремих видів гідробіонтів та їхні індикаторні властивості

Макрофіти

Рослини з плаваючими на поверхні води листками

Серед рослин з плаваючими листками виділяють дві групи: вільноплаваючі (ряска мала, ряска горбата, спіродела багатокоренева, жабурник звичайний, сальвінія плаваюча, вольфія безкоренева) та укорінені (гличики 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 високі концентрації 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 процесів заболочення.

Майже скрізь, де є стояча вода, можна натрапити на ряски. Суцільним зеленим килимом вони вкривають озерця, ставки, меліоративні канали. Назва рясок «*lemna*» грецькою означає «болото, озеро», це мешканці вод, багатих на органічні сполуки, з мулистими донними відкладами. Ряски — одні з небагатьох водних рослин, у яких не розвинуті листки. Маленькі зелені пластинки (листеці), які плавають на поверхні води, подібні до листків, проте це стебла. Зрідка можна побачити поодинокі плаваючі ряску, зазвичай рослини сполучені у невеликий ланцюжок, який утворюється при вегетативному розмноженні. У сприятливих умовах 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 й зимують.

Найпоширенішою у наших водоймах є **ряска мала**. Її листеці округлі, розміром 2–4 мм, мають один корінець завдовж-

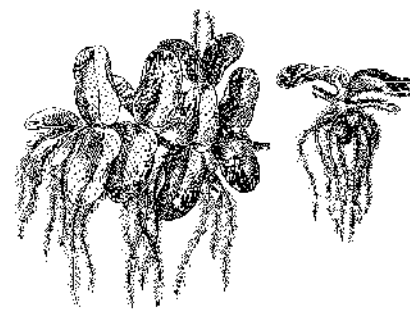
ки 1–4 см, головна функція якого — не дати рослині перекинутися, тобто, це орган рівноваги. Для цього на його кінці є потовщення — ковпачок. А живлення ряски відбувається за допомогою нижньої поверхні пластинки. Подібна до ряски малої *спіродела багатокоренева*, але вона дещо більша і має пучок корінців.

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 прогрівается вода. Її угруповання є індикатором евтрофних мілководних замулених ізольованих водойм. Вольфія — досить рідкісний вид водних рослин, внесений до Червоного списку водних макрофітів України (категорія С2)*. Її угруповання також вважаються такими, що знаходяться під загрозою, оскільки їхня площа повсюдно скорочується (входять до Червоного списку угруповань водних макрофітів України).

Суцільні зарості рясок утруднюють проникнення сонячного світла та обмежують розвиток інших водних 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,

* У «Червоному списку водних макрофітів України виділяються наступні категорії: А — види, що зникли; В1 — невідомі види; В2 — види, які не визначені через те, що 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, проте мають тенденцію до скорочення ареалу, тому вимагають природоохоронної уваги.



Сальвінія плаваюча

скидається на корінь і виконує його функції. Плаваючі листочки вкриті численними волосинками і не змочуються водою, що важливо для процесів фотосинтезу та газообміну. Надмірне антропогенне евтрофування водойми сприяє розвитку угруповань даного виду, який може носити спалахоподібний харак-

тер. 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 малопроточних водойм з високим вмістом органічних речовин у воді та донних відкладах. Сальвінія — вид, що перебуває під охороною, її внесено до Червоної книги України та Червоного списку водних макрофітів України (категорія С2).

Найбільшою нашою рослиною, що вільно плаває на поверхні води, є *жабурник звичайний*. Його округлі листки мають довгі черешки й зібрані у розетку. За формою вони нагадують листки латаття, проте набагато менші. Від кожної розетки донизу відходить пучок коротких коренів, за допомогою їх рослина живиться. Зростає жабурник лише на захищених від вітру і течії ділянках водойм, багатих на мінеральні та 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, переважно, мешканцями захищених ділянок водойм із стоячою або малопроточною водою. Вони є «візитівкою» наших озер, ставків та заплавлених водойм. Їх ще об'єднують у групу індикаторів лімнофільних умов.

Типовими представниками рослин цієї групи є латаття. У водоймах України трапляється два види, екологія яких (а, отже, і біоіндикаторна властивість) схожі: **латаття біле** й **латаття сніжно-біле**. Ці рослини найчастіше зростають 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 сягати 15 см. У латаття сніжно-білого квітці 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 листову 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 тільки на верхній частині листка. Наприкінці осені плаваючі листки латаття відмирають. Цікаво, що латаття може існувати не тільки у воді, а й на суходолі. Коли рівень води у водоймі низький, рослина на вологому мулі утворює наземну форму у вигляді компактної розетки листків. У разі посилення евтрофування водойми життєздатність і продуктивність заростей цих видів різко падає. 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 квіттки глечиків мають своєрідну будову: чашолистки великі й забарвлені, а чисельні пелюстки дрібні, вони знаходяться усередині квіттки разом із тичинками. В мулистому ґрунті розвивається довге повзуче кореневище рослини завтовшки з руку, довжина якого може сягати 6 м. Воно містить запас поживних речовин, необхідних рослині для розвитку наступного року навесні. Кореневище

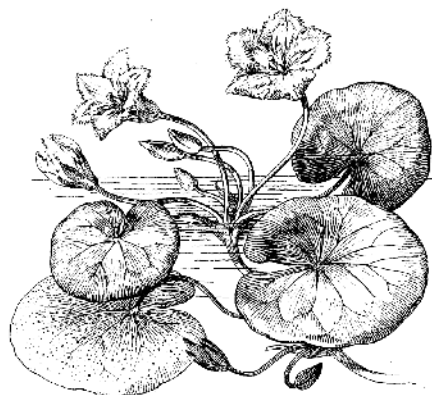
глечиків може утворювати густе сплетіння, яке у разі втрати зв'язку з дном, здатне спливати на поверхню води, утворюючи своєрідні плаваючі острівки. Глечики, на відміну від латаття, вид, який більш тяжіє до ділянок з течією або активним перемішуванням води хвилями. І хоча, зазвичай, вони ростуть у озерах та ставках, проте трапляються і в руслах річок із значною течією на глибині до 3 м. У такому разі формуються лише занурені листки: тонкі, віялоподібні хвилясті пластинки. Глечики одними з першими зникають із складу заростей макрофітів у водоймі, що зазнає ізоляції та надмірної евтрофікації. Вони є індикаторами мезо-евтрофних умов та відсутності значного забруднення.

Наземну форму **гірчака земноводного** можна зустріти вздовж берегів водойм, на заплавлених, заболочених луках, ділянках постійного підтоплення. Його ж водна екоморфа має плаваючі листки і поширена на слабопроточних плесах річок, у заплавлених водоймах, озерах, ставках, на мілководдях водосховищ. Впізнати рослину можна завдяки продовгувато-ланцетним зеленим шкірястим листкам та яскраво-рожевому суцвіттю-колосу, що стирчить 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 заплавлених 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 квіттки, плоди досягають 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 слабопроточних водойм. Помірне евтрофування стимулює розвиток його заростей. Вид внесений до Червоної книги України та Червоного списку водних макрофітів України (ка-

тегорія С2). Проте нині 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 листової 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 та квітконоси можуть скручуватися.

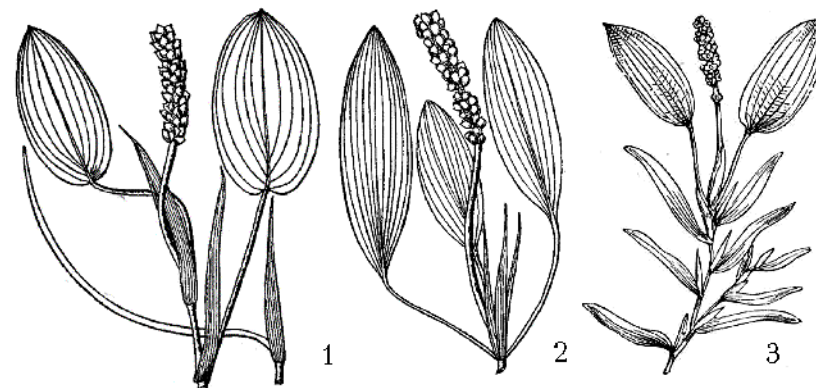


Плавун щитолистий

Під час високої води спіралі розкручуються, і листки та квітки зринають на поверхню. Коли ж вода спадає — спіраль знову закручується. За значного падіння рівня води плавун може утворювати наземну форму, як латаття та глечики. Росте в озерах, старицях, на мілководдях лиманів, водосховищ. У разі забруднення, засолення водойми, посиленні її ізоляції та евтрофування,

зарості плавуну розріджуються та деградують. Нині плавун — рідкісний вид, що перебуває під загрозою зникнення. Його внесено до Червоної книги України та Червоного списку водних макрофітів України (категорія С2), його угруповання підлягають охороні як ті, що знаходяться під загрозою зникнення.

В ізольованих та слабопроточних заплавах водоймах, на плесах ставків, водосховищ можна також зустріти групу рдесників, що мають плаваючі листки. Найпоширенішими серед них є *рдесник плаваючий* та *рдесник вузлуватий*. Ці два види досить схожі між собою за будовою та умовами зростання, проте рдесник плаваючий більш характерний північним і центральним регіонам України, тоді як рдесник вузлуватий



Рдесники плаваючий (1), вузлуватий (2) та злаколистий (3)

тяжіє до південних водойм. Обидва види мають листки двох типів: занурені (ланцетні, сидячі, довжиною до 30 см) та 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 та мулисто-піщаними донними відкладами, багатими на органічні та мінеральні речовини, в поясі рослин з плаваючими листками. Рослини тяжіють до мезотрофних і мезо-евтрофних умов, здатні витримувати незначну евтрофікацію. Рдесник плаваючий може розвиватися на ділянках, що зазнають незначного антропогенного впливу: незначна кількість мінеральних та органічних речовин, що потрапляють у водойму, може сприяти розростанню заростей цього виду, проте рослина не виносить впливу концентрованих стічних вод.

До рдесників, що формують плаваючі на поверхні води листки, у наших водоймах належить *рдесник злаколистий*. Його плаваючі листки менші (листові пластинки завширшки 3 см, завдовжки — 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. Здатен переносити нетривале осушення, але зникає у разі заболочення водойми. Лімітуючим фактором поширення рдесника злаколистого у водоймі є прозорість, саме тому цей вид зникає одним із перших у разі помутніння води через антропогенне евтрофування. Вид вважають індикатором оліго-мезотрофних водойм, бідних на сполуки азоту. Він один з перших заселяє піщані порушені ділянки мілководь.

Рдесник альпійський — надзвичайно рідкісний вид серед водних рослин України. Його можна зустріти лише в 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 та плаваючі — шкірясті, червонуватого кольору. Зниження рівня води та евтрофування призводить до зникнення даного виду з водойми. Є індикатором оліготрофних та оліго-мезотрофних незабруднених водойм. Рдесник альпійський внесений до Червоного списку водних макрофітів України (категорія С1), а його угруповання вважаються такими, що знаходяться на межі зникнення й 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 (лімnofільних) умов, так і річкових (реофільних). Трапляються тут і мешканці заболочених біотопів. Серед них виділяють групу укорінених занурених рослин та неукорінених, які плавають у товщі води.

Укорінені занурені рослини. Лише в дуже чистих, бідних на органічні сполуки оліго-мезотрофних водоймах з піщаним дном можна зустріти **молодильник озерний**. Це непомітна, дуже дрібна (5–20 см завдовжки) рослинка з укороченим бульбоподібним стеблом і зібраними у розетку шилоподібними видовженими листками завширшки 1,5–2,0 мм. Молодильник — рідкісний, реліктовий вид, що належить до плауноподібних. Він

є індикатором відсутності антропогенного забруднення і непорушених піщаних мілководь. Зникає у разі рекреаційного навантаження на чисті озера. В наш час цей вид знаходиться на межі зникнення, його внесено до Червоної книги України та Червоного списку водних макрофітів України (категорія В2).

Окремою групою укорінених занурених водних рослин є рдесники. Вони найбільш характерні для річок, відкритих плес водойм. З цим пов'язана і латинська назва роду *Potamogeton* — від слів «*potamos*» — ріка і «*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 прийнято розрізняти **широколисті рдесники** — види, у яких формуються добре виражені підводні широкі листкові пластинки різної форми (рдесники пронизанолистий, блискучий, кучерявий, довгий) та **вузьколисті рдесники**, які відрізняються вузькими (менше 1 см завширшки), витягнутими листками, що можуть набувати ниткоподібної чи волосовидної форми (рдесники гребінчастий, туполистий, сплюснутий, волосовидний, маленький та ін.).

Широко поширений у річках й озерах представник широколистих видів — **рдесник пронизанолистий**. На дні водойми перебуває довге (до 17 м) кореневище, від якого відходять стебла (до 2 м завдовжки, можуть сягати 6 м). На них почергово розташовані яйцеподібні листки без черешків, які наче обгортають стебло. Під час цвітіння над поверхнею води виглядає жовтувато-зелене колосоподібне суцвіття. Вид вирізняється широкими можливостями пристосування до умов існування і може мешкати на рівнині, у гірській місцевості, як у прісних проточних чи замкнених водоймах, так і у слабкосолоних біотопах з піщаними чи мулистими донними відкладами. Проте надає перевагу водоймам із незначним вмістом завислих частинок у воді і достатньою її прозорістю. Здатен розвиватися при незначному антропогенному евтрофуванні водойми. В умовах інтенсивного привнесення органіки, чи у разі внесення органічних або 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 тяжіють до водойм із слабкокислою або лужною водою, бідних на азотисті сполуки, високою прозорістю води та піщаними, глинистими чи глинисто-мулистими донними відкладами. Підвищення трофності водойми в результаті антропогенного 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 в заплавах водойм, озерах чи річках з незначною течією. Посилення антропогенного впливу на водойму, а також падіння рівня води в ній у вегетаційний період призводить до деградації його угруповань. Через евтрофікацію водойм та знищення природних біотопів, сьогодні цей вид є досить рідкісним і потребує охорони, його внесено до Червоного списку водних макрофітів України (категорія С3).

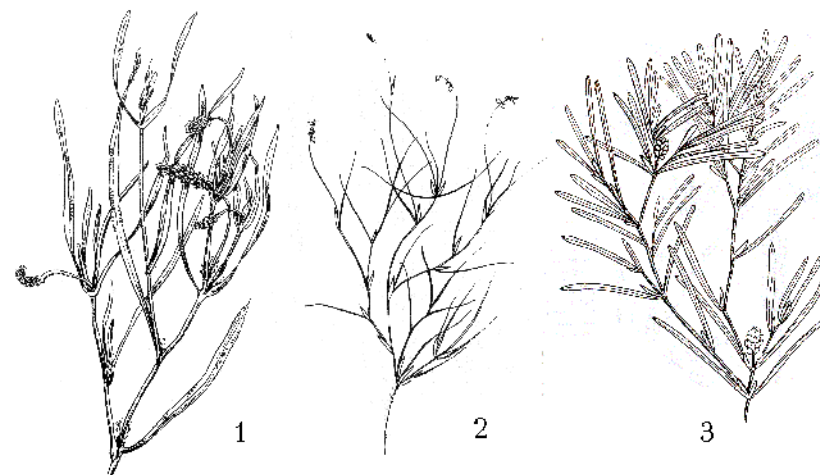


Рдесник довгий

На відміну від попереднього виду, **рдесник кучерявий** є індикатором евтрофних водойм, багатих на сполуки кальцію та органічні речовини (приміром, його поява у рибничих ставках може бути підтвердженням того, що були внесені завеликі дози вапна). Вид отримав свою назву завдяки витягнутим, широколінійним, хвилястим листкам. Утворює зарості в озерах, річках з незначною течією, заплавах водоймах, ставках. Масовий розвиток його угруповань можна спостерігати, зазви-

чай, на початку літа, згодом рослина відмирає. В умовах 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 в прозорих водоймах, де інтенсивно відбуваються процеси розкладання органічної речовини та її мінералізація. В оліго-мезотрофних та мезо-евтрофних водоймах можна зустріти зарості **рдесника туполистого** (трапляється на ділянках накопичення опадів, що розкладається, зокрема в затоках, неподалік від очеретяних угруповань). Для водойм більшої трофності (мезо-евтрофних та евтрофних), проточних і замкнутих характерні угруповання **рдесників сплюсненого, малого, волосовидного** (надають перевагу зонам акумуляції та прибережним ділянкам русел річок з піщаним та піщано-мулистим дном). Всі ці види здатні витримувати помірне забруднення. Більшість дрібнолистих рдесників сьогодні — рослини досить рідкісні. Рдесники сплюснений, волосовидний та туполистий внесено до Червоного списку водних макрофітів України (категорія С3), а їхні угруповання підлягають охороні як такі, що знаходяться під загрозою зникнення.



Рдесники сплюснений (1), волосовидний (2) та туполистий (3)

Рдесник гребінчастий — єдиний представник дрібнолистих рдесників, який, у разі 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 трубочкоподібну піхву, яка є діагностичною ознакою цього виду. Вирізняють вид і довгі ниткоподібні квітконоси, 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 (здатен рости при солоності води до 16–17 ‰). Завдяки своїй толерантності до забруднення, його можна зустріти в стічних канавах, на ділянках скидання забруднених вод підприємствами комунального чи сільського господарств. Його масовий розвиток можна спостерігати у рибничих ставках після внесення добрив. Рдесник гребінчастий тимчасово здатен витримувати дуже високі концентрації забруднюючих речовин, витримує коливання рівнів води. Вид є індикатором процесів антропогенного забруднення водойм і водотоків, зокрема стічними водами, та водойм із високою жорсткістю води.



Рдесник гребінчастий



Рдесник малий

Елодея канадська — рослина, яку завезли 1836 р. до Європи з Північної Америки, і вона дуже швидко заселила водойми європейських країн, згодом з'явилась у Австралії та 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 тільки вегетативно, оскільки в Європі трапляються лише жіночі особини. Розростається надзвичайно швидко, за короткий проміжок часу може заповнити великі простори. Не випадково її називають «водяною чумою». Слабкий розвиток елодеї спостерігається на ділянках з високим вмістом гумінових кислот та у разі посиленої антропогенної евтрофікації. Елодею можна розглядати як індикатор незначного антропогенного забруднення, високої прозорості води та невисокого вмісту завислих речовин.

Наяда морська — рослина з розгалуженим ламким колінчастим стеблом і м'якими лінійними, з краю крупно зубчастими листками. Вона трапляється в озерах, старицях, ставках, каналах, на мілководних ділянках великих водосховищ, надаючи перевагу слабопроточним водоймам з піщаними донними відкладами. У разі посилення антропогенного евтрофування водойми, зарості даного виду розріджуються і деградують. Є індикатором мезо-евтрофних та евтрофних водойм з помірним забрудненням.

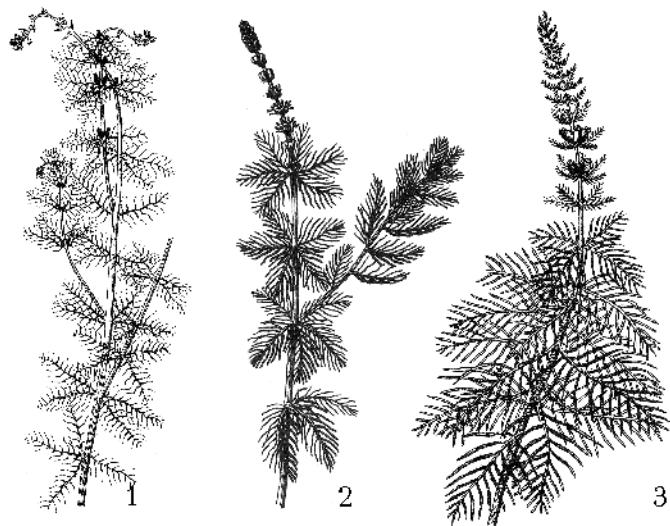
Види роду водопериця зовні схожі на витончені мініатюрні ялиночки, які колише слабка течія. Рослина прикріплена до ґрунту кореневищем. На довгому стеблі кільцями розташовані тонкі, перисторозсічені, м'які листки. Суцвіття піднімається над водою і складається із дрібних блідо-рожевих квіток, що зібрані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

Водопериця червоноквіткова має листочки, розміщені в кільцях по 4. Вона росте в чистих і прозорих оліготрофних та оліго-мезотрофних водоймах, збіднених на органічні речовини.

ни, уникає ділянок, багатих на сполуки азоту. 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. Проте її квітконос завжди прямий, піднімається над водою, суцвіття — завдовжки до 10 см. Рослина утворює зарості, інколи досить потужні, в евтрофних водоймах. Тяжіє до водойм, що багаті на сполуки кальцію. За таких умов її стебла та листки вкриваються вапняним нальотом. Вид вимогливий до високої температури і вмісту CO_2 у воді. Толерантний до забруднення, привнесення органічних речовин із стічними водами стимулює його розвиток. Можна спостерігати масовий розвиток угруповань водопериці колосистої у водоймах поблизу тваринницьких ферм чи у рибничих ставках, куди вносять органічні добрива. Є індикатором евтрофних вод, що зазнають значного забруднення стічними водами з високим вмістом мінеральних та органічних сполук.

Водопериця кільчаста, на відміну від двох попередніх, має по 5 листків у кільці. Вона трапляється в мезотрофних малопроточних заболочених водоймах з потужними мулисто-



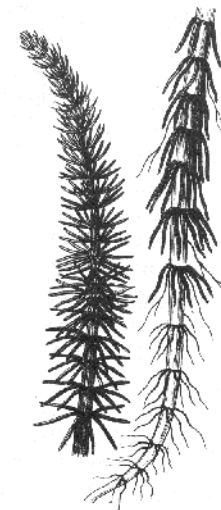
Водопериці черговоквіткова (1), колосиста (2) та кільчаста (3)



Плавушник болотний

торф'янистим дном. Його зарості можуть бути дуже щільними, повністю вкривати поверхню води, що унеможлиблює розвиток інших макрофітів. Чутливий до антропогенного евтрофування, у разі посилення забруднення водойми органічними речовинами, спостерігається пригнічення розвитку рослини. Є індикатором незабруднених мезотрофних водойм із значним вмістом детриту в донних відкладах.

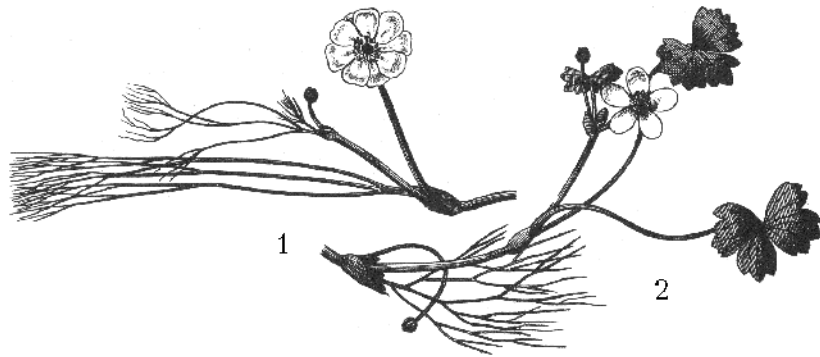
Водяна сосонка звичайна — ще одна рослина, яка за формою нагадує ялинку, зазвичай, лише частково занурена у воду. Вона має довге повзуче кореневище, порожнисте членисте стебло і цілісні лінійні листки, що розташовані кільцями (нижні — по 4–6 у кільці, середні та



Водяна сосонка звичайна

підщаними донними відкладами. Посилення антропогенного евтрофування спричиняє пригнічення розвитку цієї рослини та зникнення її угруповань із водойми.

Зовні схожий на водопериці *плавушник болотний*. 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, так що може здатися, що вони утворюють кільце). Великі біло-рожеві квіти зібрані у китицю, що високо стирчить над водою. Плавушник росте у заболочених біотопах: заплавні водойми, заболочені ліси, потічки, канали, малі річки, мілководдя водосховищ. Надає перевагу малопроточним ділянкам з мулистим та мулисто-



Водяні жовтеці плаваючий (1) та водний (2)

верхні — 6–16, відігнуті до низу). Квітки у рослини дуже дрібні, непримітні, заховані у пазухах листків. Рoste 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 відкладання мулу та 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 занурені або занурені та плаваючі. Занурені листки у всіх жовтеців 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 в діаметрі) яскраво-білим квіткам з жовтою серединкою.

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

На злегка замулених піщаних мілководдях замкнутих або малопроточних мезо-евтрофних водойм можна натрапити на **водяний жовтець водний**. У цього виду добре розвинуті

плаваючі листки, форма яких визначається умовами біотопу. Вид надає перевагу мілководним (у т.ч. і тимчасовим) водоймам, що добре прогріваються. Здатен переходити в 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. Внесений до Червоного списку водних 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 малопроточних водоймах (озера, заплавні водойми, рибничі ставки, водно-болотні масиви тощо). Надає перевагу заболоченим ділянкам, мулистому ґрунту, багатого на сполуки кальцію, воді із високою мінералізацією (інколи трапляється в 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 дві екологічні форми — залежно від стадії розвитку та глибини може як осідати на дно водойми, так і спливати на його поверхню.

У воді, в зануреному чи напівзануреному стані, на захищених плесах озер плаває великий куш, дещо подібний до кімнатної рослини — алое. Його численні лінійні листки завдовжки до метра зібрані у велику розетку. Вони товсті й 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 на час цвітіння — піднімається на поверхню. Восени розетки знову опускаються на дно і там зимують. Інколи різак росте на глибині 2–3 м (за-

токи 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. У разі різкого падіння 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 та 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, ланцетні, завдовжки до 2 см, поєднані зигзагоподібним чином у ланцюжки. Помірний розвиток угруповань даного виду є індикатором мезотрофних замкнених 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*, або 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 та 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 розвиватися в умовах 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: його листки довші (до 10 см), гілочки більш розсічені (3–4-дихотомічно розгалужені), плоди не мають характерних шипів. На противагу куширу темно-зеленому — типовому мешканцю високотрофних водойм, кушир

напівзанурений надає перевагу малопроточним, зазвичай заболоченим водоймам з піщаними чи мулисто-піщаними донними відкладами з високою прозорістю води. Є індикатором мезотрофних водойм з ознаками заболочення. Зазначимо, що рослина досить рідкісна, внесена до Червоного списку водних макрофітів України (категорія С3), а її угруповання необхідно охороняти, оскільки їх площі постійно скорочуються.

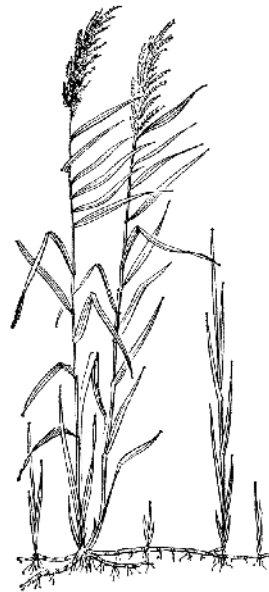
Незвична й рідкісна рослина — *альдрованда пухирчаста*. Вона належить до групи комахоїдних рослин, внесена до Червоної книги України та Червоного списку водних макрофітів України (категорія С2), її угруповання підлягають охороні як ті, що знаходяться під загрозою зникнення. Це невелика, занурена у воду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

Ще одна комахоїдна рослина нашої флори — *пухирник звичайний* — темно-зеленого кольору, здатна до фотосинтезу, проте у деяких умовах 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 й 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-водні рослини

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

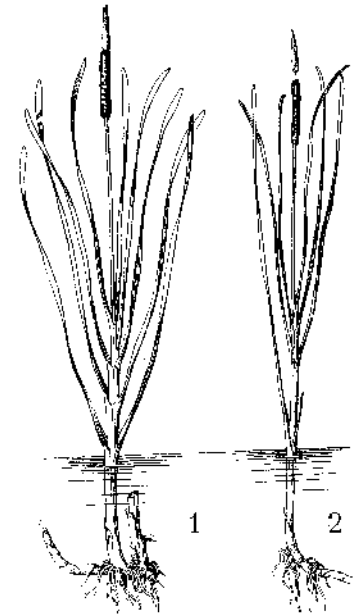
Найпоширенішим представником цієї екологічної групи є *очерет звичайний*. Росте у річках, озерах, на болотах та заболочених луках, у заплавної лісах, утворюючи іноді величезні масиви плавнів. Упізнається вид завдяки своїм сизувато-зеленим листкам та фіолетовим суцвіттям-волотям, які наприкінці літа розпушуються. У південних районах очерет може сягати до 5 метрів заввишки. Вид характеризується широкою екологічною пластичністю — трапляється від заплави 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 переносить надмірне засолення, тому росте на берегах морів та лиманів, солоних озер. Здатен витримувати значні коливання рівнів води. Широка екологічна пластичність виду сприяє його стійкості до забруднення водойм. В умовах значного антропогенного евтрофування водойми, продуктивність заростей очерету може значно зростати. Зниження продуктивності заростей та зменшення їх висоти є свідченням посилення процесів засолення або зниження рівня ґрунтових вод.



Очерет звичайний

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

Звичайною рослиною заболочених місцин, берегів водойми є рогоз. 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 й верхня частини суцвіття розділені проміжком — це *рогоз вузьколистий*, якщо прилягають — *рогоз широколистий*. Це великі багаторічні рослини заввишки 2–2,5 м (іноді до 4 м). На міцному стеблі розташовано стрічкоподібні листки. Усю рослину пронизує система повітряних каналів. Наприкінці літа досягають плоди — дрібні горішки з білою пушишкою-парашутиком. Рогоз також здатен витримувати широкий спектр умов зростання, проте він більш вимогливий до обводнення ґрунту і не переносить тривалого осушення (його зарості поступово деграду-



Рогози широколистий (1) та вузьколистий (2)

ють і повністю зникають на 3–4 рік після осушення водойми). Розростання угруповань рогозів є свідченням замулення та заболочення водойми.

Повсюдно у заплавах річок, на заболочених луках та берегах водойм трапляється **лепешняк великий**. Це злак висотою до 1 м, з широкими стрічкоподібними листками, суцвіття — велика багатоколоскова волоть. Насіння й меживузля солодкі на смак, що відображено в науковій назві рослини: «*glyceros*» — грецькою «солодкий». Лепешняк — типовий болотний вид, що надає перевагу мілководним ділянкам (найкраще росте при глибині 20–30 см) з мулистими, піщано-мулистими та мулисто-торф'яними донними відкладами. Уникає засолених ґрунтів. Незначне антропогенне евтрофування водойми призводить до збільшення продуктивності заростей, у разі його посилення — до скорочення площі заростей. Вид можна розглядати як індикатор мезо-евтрофних водойм, незначного рівня антропогенного забруднення, заболочення та 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 та викошування переносить добре, може формувати зарості на ділянках, забруднених промисловими і побутовими стоками, а також швидко освоює мілководдя, що утворилися в 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 вповнене білою повітряноносною тканиною, схожою на губку. Стебло закінчується червонувато-коричневим розлогим суцвіттям,

яке схоже на пучок маленьких шишечок. Висота рослини — 2–2,5 м, але на глибині вона може сягати 4 м. У водоймі куга, здебільшого, росте глибше, ніж очерет та 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- та евтрофних замкнутих та слабопроточних водойм, прісноводних чи слабосолоних, тяжіє до піщаних та піщано-мулистих донних відкладів. Трапляється на мілководдях озер, ставків, водосховищ, річок.

Ситняг болотний — ця рослина схожа на кугу в мініатюрі: стебла заввишки 10–20 см, циліндричні, тоненькі, зелені, закінчуються колосоподібним суцвіттям коричневого кольору. Росте, переважно, на мілководдях з глибинами до 30–40 см, хоча 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 три форми листків: стрілоподібні, які піднімаються над водою; цілковито занурені у воду, нагадують довгі стрічки; плаваючі із стрілоподібною листковою пластинкою. Така диференціація є пристосуванням до різної глибини. Квітки білі, зібрані у китицю, розташовані на тригранному, безлистому стеблі. Рослина відноситься до видів із широкою екологічною амплітудою, проте надає перевагу прибережним



Стрілолист стрілолистий



Іжачі голівки пряма (1) та плаваюча (2)

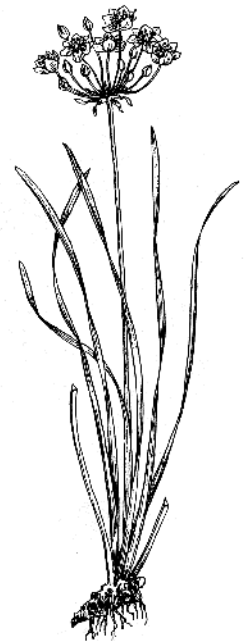
мілководдям з глибинами до 0,5 м, з піщаними, глинистими чи піщано-мулистими донними відкладами. Зарості стрілолисту можна зустріти вздовж берегів заплавних водойм (рукавів, стариць), заток, меліоративних каналів, в руслах річок, на мілководдях водосховищ. Уникає засоленних ґрунтів. Посилення антропогенної евтрофікації водойми спочатку спричиняє збільшення біомаси угруповань, але при зростанні забруднення спостерігається деградація заростей стрілолисту. Вид є піонерним в заростанні новосформованих біотопів, його можна розглядати як індикатор реофільних умов. Масовий розвиток заростей є свідченням частого коливання рівня води у водоймі.

В схожих біотопах трапляється *іжача голівка пряма*. Рослину дуже легко впізнати завдяки характерній формі сусплідь, які схожі на зелені колючі кульки, що по 2–3 розміщуються на розгалуженому квітконосі. Залежно від глибини біотопу рослина може сягати заввишки до 1,5–2,0 м. Вона має довгі тригранні кілюваті листки, що, наче мечі, стирчать над водою. У разі значного підняття води, утворює форми з плаваючими листками, які плоскі та витягнуті. Має широку екологічну пластичність. Трапляється в мезо-, евтрофних водоймах, на піщаних та піщано-мулистих донних відкладах. На но-

востворених піщаних мілководдях поширений близький вид — *іжача голівка плаваюча*. Вона відрізняється від попереднього виду меншими розмірами (30–50 см заввишки), плаваючим стеблом і листками. Вид тяжіє до реофільних біотопів. 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-водних 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, проте не переносить сильного засолення води і ґрунту. Так само надмірна антропогенна евтрофікація пригнічує розвиток її угруповань. Вид є індикатором евтрофних ділянок з процесами відкладення алювію.

На березі водойми 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 водних рослин, має різну форму листків залежно від глибини зростання. У рослин, що мешкають біля берега, розвиваються повітряні довгі тригранні листки (довжина їх може сягати 1 м), а на глибині, в умовах течії — занурені стрічкоподібні



Сусак зонтичний

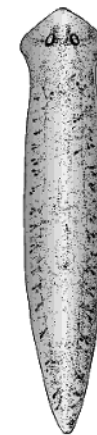
листки довжиною до 2,5 м. Зазвичай рослина поширена на слабкопроточних піщаних мілководдях, узбережжях і перезволожених луках. Зарості сусаку можна зустріти у водоймах різної трофності. Вид здатен витримувати засолення і розвиватися у водоймах із значним антропогенним евтрофуванням та потраплянням стічних вод.

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

Безхребетні тварини

Війчасті черви, або турбеларії (*Turbellaria*). Турбеларії 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 турбеларій мають напівпрозорі покрови, то ж через них можна побачити розгалужений кишківник. Мешкають у водоймах практично усіх типів, населяючи донні біотопи.

Звичайними представниками турбеларій є **планарії** — черви характерної форми і будови, зокрема, у більшості добре помітний тригілковий кишківник (одна гілка іде в напрямку переднього кінця тіла, а дві інші — до заднього). Черви з широкою екологічною амплітудою, проте найбільш звичайні у β - і α - мезосапробних водоймах.



Планарія

Малощетинкові черви (*Oligochaeta*). Більшість представників малощетинкових — мешканці суходільних біотопів, як наприклад земляні та дощові черви. Проте є значна кількість видів, що населяють прісноводні водойми та водотоки.

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

Наїди́ди, або водяні змійки — дрібні або середньої величини черви білого кольору, мешкають на мулистому ґрунті, де живляться детритом, тобто органічними рештками. Найчастіше в стоячих водоймах на поверхні мулу або занурених рослинах зустрічається **стилярія озерна**. Тіло жовте або коричнювате, напівпрозоре, довжиною до 20 мм, в передньому сегменті помітна пара темних очок, є довгий хоботок. Стилярія толерантна до забруднення, може бути індикатором α -мезосапробних та полісапробних умов.

Трубочник 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. Трубочники мешкають як в стоячих водоймах, так і у водотоках, на піщаному або мулистому дні, можуть утворювати величезні скупчення в місцях, куди надходять органічні речовини — тут їх чисельність може сягати 100 тисяч і навіть більше на 1 м². Велика кількість трубочника — ознака сильного забруднення водойми, тобто полісапробних умов. Живляться органічними рештками, самі ж вони складають 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 пласке, 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 в β- та α-мезосапробних водоймах.

Кровосисні п'явки присмоктуються як до хребетних, так і до безхребетних тварин, проте, прокусити шкіру людини можуть представники лише двох достатньо схожих видів — **медична** та **аптечна п'явки**. Їхня довжина може сягати 15–20 см, живляться кров'ю ссавців і людини, а також жаб. 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 їхнього забруднення побутовими



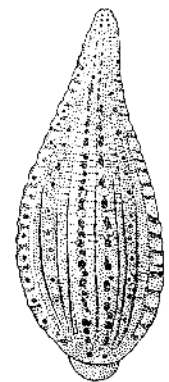
Риб'яча п'явка (мотиль — див. далі), хоча нападає вона і на більших тваринок (найменшу молодь риб, дрібних пугольоків). Жертву заковтує цілком або частинами.

Для людини вид небезпеки не становить.

Дуже звичайні також дві паразитичні п'явки — **риб'яча** та **равликова**, які присмоктуються до риб та водних червононогих моллюсків. 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.

Пласкі п'явки (Glossiphonidae) мають тіло листкоподібної форми. Найбільш поширений представник цієї родини — **равликова п'явка**, або **глосифонія**. П'явки середньої величини, до 30 мм завдовжки і 10 мм завширшки. Забарвлення буре або зеленкувате, на спині дві темні переривчасті смуги. Зустрічаються під камінням як в стоячих водоймах, так і в повільноплинучих.

Моллюски, або **м'якуни (Mollusca)**. Найхарактернішою ознакою моллюсків є тверда вапняна черепашка, що захищає м'яке тіло, мускулиста нога — спеціальний орган руху, і



Равликова п'явка

мантія, що вкриває внутрішні органи і формує мантіяну порожнину. Серед прісноводних молюсків є як первинноводні (передньозяброві черевоногі, двостулкові), так і вторинноводні (легеневі черевоногі).

Черевоні молюски (Gastropoda). Найпоширенішим представником зябрових (передньозябрових) черевоногих у прісноводних водоймах України є *живородка звичайна*. Правозакручена баштоподібна черепашка висотою 4–5 см має, як правило, три поздовжні темні смуги на жовто-коричневому, із зеленкуватим відливом, тлі. Вустя черепашки, коли молюск втягується в неї, щільно закривається роговою кришечкою з чіткими концентричними смужками. Живородка — мешканець досить чистих вод з високим вмістом розчиненого кисню, може бути індикатором умов, не гірших за β-мезосапробні. Звичайна в прибережній зоні річок і заплавних озер, причому в річках її черепашка має товстіші стінки.

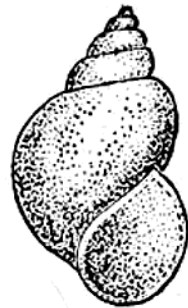


Лунка річкова

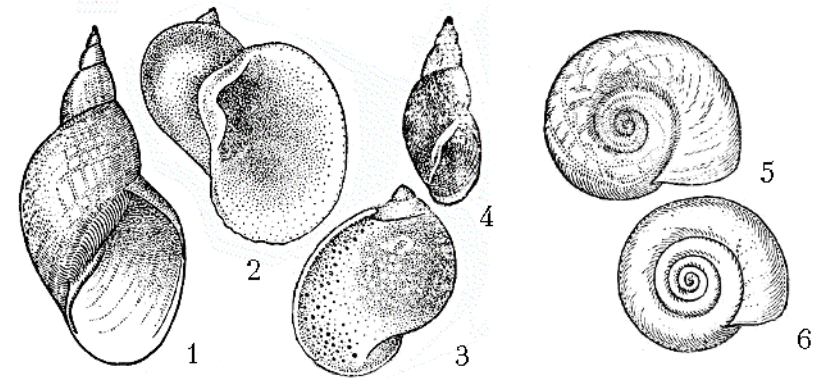
Численний на мілководдях, на щільних субстратах (камінні, дерев'яних спорудах, пагонах очерету) відносно дрібний молюск — *лунка річкова* — з черепашкою своєрідної форми і твердою кришечкою, що закриває її вустя. Малюнок черепашки вкрай мінливий і складається зі світлих плям на темному тлі або темних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

Інша досить численна група — *бітинії* (найпоширеніша *бітинія щупальцева*) — дрібні молюски з баштоподібною, загостреною до вершини черепашкою. Часто трапляються на прибережних каменях, у пазухах листків різаків алое-видного. Може слугувати індикатором β-мезосапробних умов (ближче до α-мезосапробних).

Для легеневих черевоногих молюсків властиве легеневе дихання, отже, вони повинні періодично спливати на поверхню для вдиху. Мешкають в прибережній зоні водойм, особ-



Бітинія



Ставковики великий (1), вушкоподібний (2), овальний (3), болотяний (4), катушки рогова (5) та облямована (6)

ливо численні на акваторіях, що заросли лататтям білим, глециками жовтими, водяним горіхом плаваючим, куширом. Одним з найпоширеніших водних равликів 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 в літоралі прісноводних водойм трапляються *ставковики овальний, вушкоподібний, болотяний і малий*. Останній вид часто є проміжним жителем печінкового сисуна — паразита великої рогатої худоби й овець, що становить небезпеку і для людини. Ставковики — індикатори β-мезосапробних умов (ближче до α-мезосапробних).

У представників іншої групи водних равликів — катушок — черепашка закручена спіралью в одній площині. *Рогова катушка* — найбільша, діаметр її раковини 4–5 см. Голова має пару довгих щупалець, біля яких розташовані очі. У крові рогової катушки міститься гемоглобін, що дозволяє їй рідше підніматися на поверхню для вдиху. Через відносно слабо-розвинену радулу живиться переважно рослинними і тваринними рештками, тому найчастіше трапляється на дні.

Інші катушки — дрібні плоскі форми, з діаметром раковини близько 1 см. Одна з них — *катушка закручена* 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 лагаття. *Котушка облямована* — також дрібний вид, здатний переживати зиму, вмерзаючи в лід. Котушки здатні витримувати досить значне забруднення і можуть бути індикаторами α -мезосапробних умов.

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

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

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

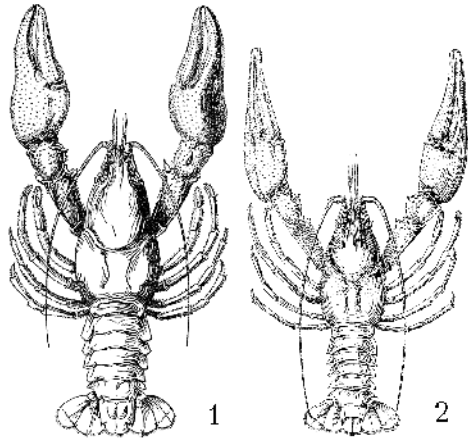
Двостулкові моллюски є досить надійними індикаторами відносного благополуччя водойми з умовами, не гіршими за β -мезосапробні.

Ракоподібні (Crustacea) — невід'ємний компонент біоти водойм. Планктонні види споживають переважно планктонні водорості і формують основу кормової бази риб. Ракоподібні-детритофаги виконують ще й надзвичайно важливу функцію «санітарів» природних водойм. Тут ми розглянемо лише тих представників цього класу, яких видно неозброєним оком.

На мілководдях водойм звичайний *водяний віслючок* (належить до ряду рівноногих ракоподібних, *Isopoda*). Це невеликий, 5–7 мм довжини, 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. В прісних водах України мешкають близько 20 видів, проте розрізнити їх неспеціалісту дуже важко. Втім, в більшості малих прісноводних водойм і водотоків України, віддалених від великих річок на значну відстань, зустрічається бокоплав *рівулогамарус*, тому, в разі знаходження бокоплавів саме в малій водоймі або потічку, можна припустити, що всі вони належать до одного виду. Інша річ, коли йдеться про великі річки та водосховища. Найімовірніше, там мешкають 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, водна рослинність) тут будуть населяти різні види бокоплавів. Бокоплави — індикатори відносно благополучних екологічних умов, а саме β -мезосапробних.

З *десятиногих раків (Decapoda)* у водоймах України трапляються два види: довгопалій та широкопалій раки. *Довгопалій 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



Раки широкопалий (1) та вузькопалий (2)

штучного відтворення, посадковий матеріал (молодь) все одно вилучають із природних водойм. **Широкопалий рак** вирізняється коротшими клішнями, на нерухомій частині клішні є характерна виїмка. Дуже рідкісний вид, внесений до Червоної книги України. Чисельність річкових раків та їхнє поширення залежать від чистоти водойм, вони — мешканці

чистих і слабо забруднених водойм (олігосапробних та близьких до них β-мезосапробних).

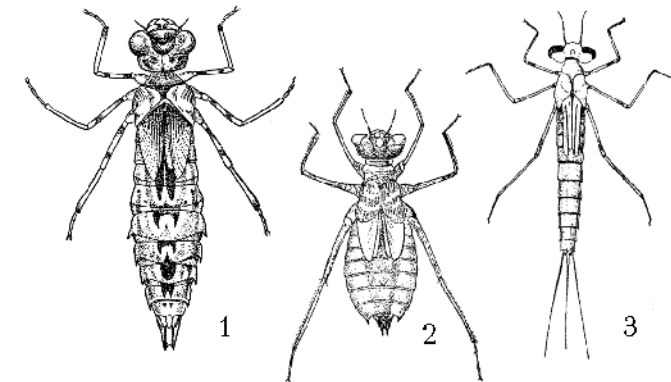
Павукоподібні (Arachnida). Найпоширенішими у водоймах є павуки доломед і сріблянка, а також деякі кліщі — хижаки і паразити водних тварин. **Доломед** мешкає переважно в заростях, здатний бігати по поверхні води. Тіло коричневе, облямоване жовтою смугою з боків. Може пірнати у воду, де ловить дрібних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

Кожухи (Insecta) — переважно наземні тварини, проте є чимало видів, які пристосувалися 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 (Odonata). 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. Їхні личинки — мешканці неглибоких водойм, живуть на дні або в заростях водних рослин, часто на самих рослинах. Тіло складається з голови, грудей і черевця. Голова велика, з великими очима, розвинутими антенами («вусиками»). Для личинок бабок (і тільки для них) характерна наявність нижньої губи особливої будови у вигляді складного важеля на «шарнірах», що здатна «вистрілювати» і захоплювати жертву. Має три пари добре розвинених ніжок; на спинному боці вздовж черевця є дві пари зачаткових крил. Черевце товсте, відносно коротке, або довге і тонке (в 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 три групи: 1) личинка типу **бабки-коромисла** — тіло досить масивне, видовжене, маска 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 β-мезосапробних умов; 3) личинка типу **лютки** — тіло дуже довге, циліндричної форми, вузьке, з трьома



Типи личинок бабок: тип бабки-коромисла (1), тип бабки справжньої (2), тип лютки (3)

зябровими пластинками на задньому кінці (стрілки, лютки, красуні та ін.), індикатори β -мезосапробних умов.

Одноденки (*Ephemeroptera*). Дорослі одноденки мають невеликі розміри, видовжене тіло з двома парами різно-розмірних 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 та 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 та біологічні особливості різних видів одноденок дуже відрізняються і тісно пов'язані з середовищем їхнього існування, проте усіх об'єднує наявність трьох (дуже рідко двох) тонких церок на кінці черевця. Живляться личинки рослинним детритом, мікроскопічними водоростями, деякі види полюють на дрібних водних 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 в світлу кювету (тарілку). Слід звернути увагу на габітус тіла, зокрема голови (довжина антен), ніг, довжину і будову церок, будову та розташування зябер. Розподіліть личинок на групи за подібністю їхньої будови,

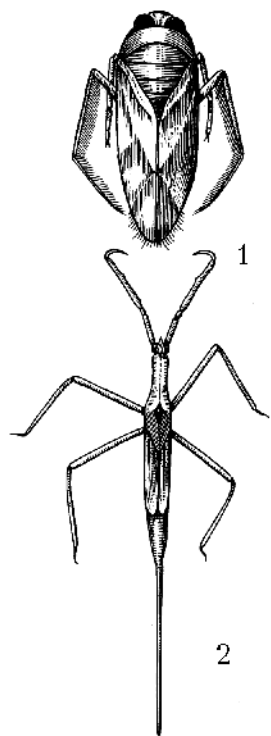
підрахуйте кількість груп, які в даному випадку можна вважати такими, що відповідають видам. Личинки одноденок мешкають в чистих або слабкозабруднених водоймах і є показниками переважно олігосапробних, рідше — β -мезосапробних умов.

Веснянки (*Plecoptera*). Як бабок та одноденок, 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 — в струмках, річках та 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 та вересні; **веснянка зеленуватокрила** має зеленувато-палеве забарвлення тіла і прозорі крила із зеленуватим 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 водних 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 водний клоп понад 1 см завдовжки, 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



Гребляк (1) та ранатра (2)

блискучим, зеленувато-бурим тілом. Добре плаває за допомогою густо вкритих волосками ніг задньої пари, може повзати по водних рослинах. Лапки передньої пари перетворені на хватальний апарат специфічної будови, за яким плавта можна відрізнити від інших водяних клопів.

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

У водоймах, густо зарослих водними рослинами, зустрічаються *водяні скорпіони*, іноді їх можна знайти в 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 водних рослинах, виставивши дихальну трубку на поверхню води і чатуючи на здобич.

Ранатра зустрічається в 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 в 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 чотиричленикові антени, хоботок, зігнутий донизу, великі очі. Розкинувши довгі ноги, водомірка швидкими рухами ковзає по водній поверхні, блискавично кидається на комаху, яка висунулася з води або впала у воду, схоплює її передніми ногами і висисає за допомогою хоботка. Швидкі стрибки рятують водомірок від їхніх підводних ворогів — риб.

Водні клопи — група, що характеризується широкими можливостями пристосування, проте більшість видів тяжіє до мезосапробних умов (β - і α -).

Волохокрильці (Trichoptera). У дорослій фазі (імаго) волохокрильці — комахи середнього розміру, їхні 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. Тримаяться імаго поблизу водойм, живляться, як і метелики, нектаром квітів. Велика частина з них у дорослому стані взагалі не живиться.

Личинки мешкають у воді, видовжені, червеподібні, з добре розвинутою головою та 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 та матеріалом, з якого вони побудовані, чохлики дуже різноманітні і видоспецифічні, тобто за цими характеристиками може здійснюватися визначення родів і навіть видів.

Найчастіше в наших водоймах зустрічаються волохокрильці, личинки яких будують свої будиночки з рослинних решток, на-



Хатинки волохокрильців

приклад, шматочків листя (*волохокрилець великий*), травинок, гілочок та шматочків деревини (*волохокрильці ромбічний та жовтовусий*). Личинки, що мешкають у швидкоплинних річках і потічках, будують чохлаки з великих і дрібних піщинок, прикріплюють до піщаної трубочки важкі сучки і палички, які виконують роль якоря.

Личинки волохокрильців мешкають, переважно, у забруднених або слабо забруднених водоймах (олігосапробні та β-мезосапробні умови).

Твердокрилі, або жуки (Coleoptera). До групи водних жуків належать представники переважно трьох родин — плавунців, водолюбів і вертячок. Як правило дорослі комахи та їхні личинки ведуть водний спосіб життя. Розміри різних видів украй 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 водні жуки майже не відрізняються від наземних, лише будова плавальних ніг, схожих на весла, свідчить про їхній 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, як правило, дрібніші за личинки останнього віку. Деякі жуки плавають і полоють у товщі води, інші повзають по водних рослинах, живляться детритом, водоростями, залишками мертвих тварин. Личинки майже усіх видів — хижаки. Відмінною рисою багатьох водних жуків є поза дихання — жуки дихають атмосферним повітрям, виставивши з води кінець черевця. Упіймати водних жуків і їхніх личинок можна сачком. Мешкають, зазвичай, у β- та α-мезосапробних водоймах.

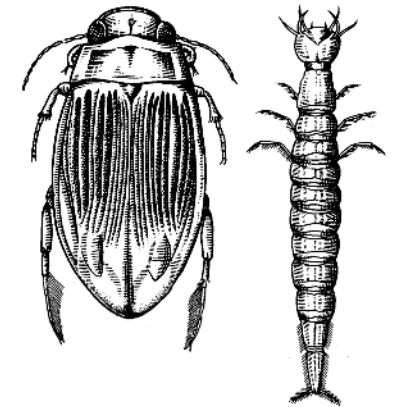
Великий водолюб поширений у стоячих прісних водоймах. Імаго досягає 4–5 см довжини, тіло довгасто-овальне, вугільно-чорне. Личинка і дорослий жук — хижаки. Донедавна вважався шкідником, який поїдає молодь риб, проте зараз доведено, що його шкоду дуже перебільшено. На початку літа спостерігається масовий виліт водолюбів. Самиця відкладає

яйця в сплетений зі шматочків листків кораблик, оснащений дихальною трубочкою.

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

У водоймах також звичайні **вертячки** — невеликі жуки, що зигзагоподібно плавають по поверхні води, полоючи на дрібних безхребетних, які впали у воду; у разі небезпеки пірнають.

Двокрилі (Diptera). Личинки двокрилих, у тому числі 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 зустрічаються і більші за розміром види. Мешкають на дні або серед рослин, вільноживучі або мінери (прогризають ходи в листках водних рослин); детритофаги (живляться органічними рештками), фільтратори чи хижаки. Личинки хірономід, розвиваючись масово, є могутнім чинником самоочищення водойм від завислих речовин. Крім того, вони слугують висококалорійним кормом для риб, і в багатьох водоймах є основою їхньої природної кормової бази. Виліт імаго синхронний, під час масового льоту їх поїдають комахоїдні птахи. Водні личинки двокрилих характеризують β- та α-мезосапробний стан водойми.



Плавунець облямований та його личинка

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 самиць. 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 гедзів (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 навколководну 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 має здатність видовжуватися і скорочуватися. У витягнутому стані вона досягає 10 см, тим часом 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 в стічних канавах, мілководних водоймах з гниючим мулом. Наявність крисок у водоймі є показником її забруднення (α -мезосапробна та полісапробна зони).

Схема опису водойми:

- назва водойми, географічне та адміністративне положення (за можливості, знайдіть водойму на карті);
- схема водойми, особливості рельєфу узбережжя чи водозбору;
- розміри водойми: загальні та в 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, характер прибережної рослинності;
- ступінь заростання водними рослинами, видовий склад (можна скласти схему);
- глибина водойми чи ділянки досліджень (на невеличкій водоймі достатньо зробити ряд 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 фіксовану відстань);
- тип донного ґрунту: кам'янистий, піщаний, глинистий, мул, рослинний опад (визначається візуально); якщо на дні є сміття — варто зазначити його склад та 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 розліняній мотузці; 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 та у придонному шарі;
- ступінь антропогенного впливу на прибережну зону (наявність пляжів, забудови, промислових підприємств, доріг; звалищ сміття, забруднених стоків тощо); стан прибережної захисної смуги та водоохоронної зони.

Додаток 3

Бланк обліку макробезхребетних для розрахунку ТВІ

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

Додаток 4

Ключі для визначення найпоширеніших видів макрофітів

Плаваючі на поверхні води або у її товщі неукорінені рослини	1
Укорінені рослини з плаваючими на поверхні води листками	7
Укорінені занурені у воду рослини	12
Повітряно-водні рослини	21

Плаваючі на поверхні води або у її товщі неукорінені рослини

- Рослини мають стебло (інколи укорочене) та листки різної форми, повністю або майже повністю занурені у водну товщу або плавають на поверхні води 2
 - Рослини невеличкі, мають вигляд маленької зеленої пластинки чи кульки, вільно плавають на поверхні або у товщі води. *ряскові*
 - Рослина має один або кілька корінців 1.2
 - Рослина дуже маленька, без корінця, нагадує зелені крупинки, що плавають на поверхні води . . . *вольфія безкоренева*
 - Рослина має один корінець 1.3
 - Рослина має пучок корінців . . . *спірודה багатокоренева*
 - Листеці плоскі 1.4
 - Листеці знизу випуклі *ряска горбата*
 - Листеці округлі чи овальні, плавають на поверхні води *ряска мала*
 - Листеці довгастоланцетні, біля основи звужені, зібрані у ланцюжок по кілька, знаходяться у товщі води *ряска триборозенчаста*
- Рослини розеткоподібної форми, стебло укорочене, хоча б у період цвітіння плаває на поверхні води 3
 - Стебло іншої форми, рослини постійно занурені у товщу води, лише квітконоси можуть знаходитися над водою 5
- Листки без опушення, гладенькі, блискучі 4
 - Листки вкриті щетинистими білими волосками, забрані в кільця по три; два овальні цілокраї, плавають на поверхні води, третій – занурений, розсічений на численні ниткоподібні частки *сальвінія плаваюча*
- Листки довгочерешкові, округло-нирковидні, зібрані в невеличкі розетки. Рослина невеличка, весь вегетаційний сезон плаває на поверхні води *жабурник звичайний*

— Листки мечовидні, жорсткі, з країв зубчасті, зібрані в щільну розетку; рослина велика, напівзанурена у товщу води (іноді повністю) **водяний різак алоевидний**

5. Рослини комахоїдні, на листках мають пастки для дрібних водних тварин, листки і стебло м'які 6

— Рослини цупкі, листки зібрані кільцями, 1–4-роздільні на нитковидні шипувато-зубчасті частки . . . **куширі**

5.1. Листки жорсткі, завдовжки 1,5–2,0 см, вилчато-однороздільні, плоди з 3 шипиками . **кушир занурений**

— Листки відносно м'які, до 4,0 см завдовжки, вилчато-тричотирироздільні, плоди з 1 шипиком; пагони слабкі, часто розсіпаються після висихання **кушир підводний**

6. Листки сильно розсічені на ниткоподібні часточки з численними дрібними пухирцями-пастками, квітки великі, жовто-гарячі, підіймаються над поверхнею води . . **пухирник звичайний**

— Листки розташовані кільцями на стеблі, яке сягає до 25 см завдовжки, округлі, із двох половинок, що можуть складатися, захоплюючи здобич, цвіте зрідка, квітки білі

. **альдрованда пухирчаста**

Укорінені рослини з плаваючими на поверхні води листками

7. Рослини з великими округлими листками (12–30 см в діаметрі) та крупними поодинокими квітками 8

— Рослини з листками меншого розміру 9

8. Квітки жовті, чашечка із 5 чашолистків, від плаваючого листка відходить тригранний черешок, якій кріпиться до кореневища на дні **гличики жовті**

— Квітки великі білі, чашечка із 4 чашолистків, черешок у плаваючого листка округлий **латаття**

8.1. Квітки крупні, до 15–20 см в діаметрі, основа чашечки більш-менш округла, пелюстки кремово-білі, рильце пласке, жовте, вид тяжіє до центральних і південних регіонів України **латаття біле**

— Квітки дрібніші, до 12 см в діаметрі, основа чашечки більш-менш чотирикутна, пелюстки білі, рильце вдавлене, жовто-оранжеве, вид поширений в північних регіонах України **латаття сніжно-біле**

9. Рослини з плаваючими листками овальної або овально-втягнутої форми 10

— Рослини з плаваючими листками іншої форми 11

10. Рослини з цупким стеблом, усі листки плаваючі, продовговато-ланцетні, рожеві квітки зібрані у колосовидне суцвіття, що стирчить над водою **гірчак земноводний**

— Рослини з м'яким стеблом до 2,5 м завдовжки, листки плаваючі та занурені, суцвіття малопомітне, стирчить над водою

. **група рдесників з плаваючими листками**

10.1. Усі листки з довгими черешками, плаваючі, довголанцетні, до 12 см завдовжки, 5–7 см завширшки 10.2

— Плаваючі листки з короткими черешками, еліптичні, до 6 см завдовжки, до 3 см завширшки, занурені листки сидячі. 10.3

10.2. Квітконоси не товщі за стебло, плаваючі листки при основі злегка серцеподібні, довгасті; занурені — ланцетні, дуже рано відмирають **рдесник плаваючий**

— Квітконоси товщі за стебло, плаваючі листки овальні або довгастоланцетні, при основі звужені, занурені — видовженоланцетні **рдесник вузлуватий**

10.3. Плаваючі листки довгасті або яйцевидні, з довгими черешками (інколи плаваючих листків немає); занурені листки лінійноланцетні **рдесник злаколистий**

— Плаваючі листки оберненояйцевидні або видовженолопатковидні, звужені в черешок, який коротший за листову пластинку; занурені — ланцетні, при основі звужені **рдесник альпійський**

11. Листки серцевидні (діаметр до 10 см), віночок жовтий, глибоко розсічений, з торочкуватими по краю пелюстками **плавун щитolistий**

— Листки ромбічні, з краю нерівнозубчасті, із здутими черешками, зібрані у розетку; квітки білі, плоди з 4 виростами, якорепоподібні **водяний горіх плаваючий**

Укорінені занурені у воду рослини

12. Рослини із добре вираженим стеблом і листками 13

— Рослина дрібна, 5–20 см завдовжки, шилоподібні листки зібрані у розетку, стебло укорочене, бульбоподібне **молодильник озерний**

13. Всі листки цілокраї 14

— Усі листки або лише підводні розсічені 19

14. Рослини з черговим листкорозміщенням 15

— Листкорозміщення іншого типу 16

15. Листки різної форми, більше 1,5 см завширшки
 *група широколистих рдесників*
- 15.1. Стебло чотиригранне, листки стрічкоподібні, з країв хвилясті і дрібнопильчасті. *рдесник кучерявий*
 — Стебло циліндричне, листки цілокраї або трохи зубчасті .15.2
- 15.2. Листки сидячі, стеблообгортні15.3
 — Листки з короткими черешками, просвічуються
 *рдесник блискучий*
- 15.3. Листки круглясто- або довгастояйцевидні, глибокосерцевидні, з країв дрібнозубчасті *рдесник пронизанолистий*
 — Листки довголанцетні, з округлою основою, на верхівці стягнуті в тупий ковпачок *рдесник довгий*
- Листки менш, як 1,5 см завширшки, лінійні або ниткоподібні
 *група вузьколистих рдесників*
- 15.4. Листки без піхви15.5
 — Листки при основі з піхвою, яка міцно охоплює стебло *рдест гребінчастий*
- 15.5. Листки 2–5 мм завширшки, стебло сплюснуте15.6
 — Листки біля 1 мм завширшки, стебло циліндричне або трохи сплюснуте15.8
- 15.6. Стебло завширшки значно вужче ніж листки, які 2–3 мм завширшки, 10–15 мм завдовжки, з тупою верхівкою *рдесник туполистий*
 — Стебло завширшки майже таке саме, як і листки15.7
- 15.7. Листки без горбочків біля основи, лінійні, 2–5 мм завширшки, 20–25 см завдовжки, із загостреною верхівкою
 *рдесник сплюснутий*
 — Листки біля основи з двома червонуватими горбочками, лінійні, до 3,5 мм завширшки, 5–12 мм завдовжки, тонко загострені *рдесник гостролистий*
- 15.8. Добре помітна лише середня жилка на листочку, який щетинковидний, 2–5 (до 10) см завдовжки, світло-зелений, жорсткий *рдесник волосовидний*
 — Листочки з трьома добре помітними жилками, прилистки в нижній частині зрослі, стебла іноді пласкі, килюваті
 *рдесник маленький*
16. Рослини з кільчастим листкорозміщенням17
 — Листкорозміщення іншого типу 18
17. Листки овальні або довгастояйцевидні, дрібнопильчасті, зібрані по 3 в кільці, верхні — інколи супротивні, стебло м'яке, розгалужене. *елодея канадська*

— Листки лінійні, відігнуті донизу, нижні — по 4–6 у кільцях, середні та верхні — по 6–12; стебла міцні, порожнисті, голі; рослина зазвичай підіймається над поверхнею води . . *водяна сосонка звичайна*

18. Стебло тоненьке, нитковидне, дуже розгалужене, повзуче, листки вузькі, ниткоподібні, сидячі, зібрані по 1–3 у стеблових вузлах *цанікелія болотна*
 — Стебло циліндричне, розгалужене, ламке, листки яскраво-зелені, м'ясисті, сидячі, лінійні, хвилясті, з краю крупнозубчасті
 *різуха морська*

19. Рослини з гребінчастими листками, зібраними у кільця або псевдокільця20

— Рослини з черговими листками та дрібними білими квітками, що піднімаються над поверхнею води . . *водяні жовтеці*

19.1. Листки двох типів: верхні — плаваючі, 3–5-лопатеві, черешкові; нижні — занурені — багаторазово розсічені на нитковидні сегменти *водяний жовтець водний*

— Всі листки однакові, занурені, багаторазово розсічені на нитковидні сегменти.19.2

19.2. Листки сидячі, стеблообгортні, якщо витягнути із води — злипаються. *водяний жовтець закручений*

— Листки з черешками, зрідка сидячі, але не стеблообгортні; якщо витягнути із води — сегменти злипаються між собою, нагадуючи китицю *водяний жовтець плаваючий*

20. Рослина яскраво-зелена, листки гребінчаторозсічені, по 2–6 у кільцях; квітки білі або рожеві, зібрані у китицю на верхівці безлистоного квітконоса, який на час цвітіння видовжується до 50 см *плавушник болотний*

— Рослини жовтуваті, коричнево-зелені або червонясті, листки гребінчато-перисторозсічені, у 4–5-членних кільцях; квітки дрібні, утворюють переривчасте колосовидне суцвіття . . *водопериця*

20.1. Листки на верхівці чергові, підводні — по 4 в кільцях; квітконіс до цвітіння пониклий . . *водопериця черговоквіткова*

— Усі листки у кільцях20.2

20.2. Листочки у 5–6-членних кільцях *водопериця кільчаста*
 — Листочки у 4-членних кільцях . . *водопериця колосиста*

Повітряно-водні рослини

21. Високі (2–5 м заввишки) рослини із потужним жорстким стеблом22

— Середньовисокі та низькі рослини із м'яким стеблом24

22. Суцвіття волоть	23
– Суцвіття циліндричної форми <i>рогози</i>	
22.1. Чоловіче та жіноче суцвіття розділені між собою проміжком більш, як 1 см завдовжки, листки зелені, до 1 см завширшки. <i>рогоз вузьколистий</i>	
– Чоловіче суцвіття прилягає до жіночого, або між ними є проміжок до 0,5 см, листки сіро-зелені, до 2 см завширшки <i>рогоз широколистий</i>	
23. Голубувато-зелена рослина з плоскими лінійно-ланцетними жорсткими листками завширшки до 5 см та завдовжки 20–50 см, суцвіття — велика розлога волоть (до 40 см завдовжки) з темно-фіолетовими колосками <i>очерет звичайний</i>	
– Темно-зелена рослина до 1 м заввишки, листки лінійно-ланцетні, 1,5–3,5 см завширшки, суцвіття — волоть до 50 см завдовжки, зверху зжата, знизу — розлога. . . <i>зизанія широколиста</i>	
24. Злаки	25
– Інші рослини	26
25. Невеличка (до 50 см заввишки), світло-зелена рослина з висхідними стеблами, суцвіття — стиснута волоть з колосками, від яскраво-зеленого до темно-фіолетового кольору	<i>мітлиця повзуча</i>
– Крупніші трави з довгим повзучим кореневищем та цупкими стеблами	<i>лепешняки</i>
25.1. Стебла циліндричні, прямостоячі, міцні, листки 1–2 см завширшки, суцвіття — велика, густа багатоколоскова волоть	<i>лепешняк великий</i>
– Стебла сплюснуті, висхідні, листки до 1 см завширшки, волоть вузька, майже однобічна	<i>лепешняк плаваючий</i>
26. Рослини з редукованими до лусочок листками, зрідка наявні лише 1–2 довгі листочки з пластинкою до 1–2 см завширшки, стебла прямостоячі, зеленого кольору	27
– Рослина має стебло з добре вираженими листками.	29
27. Стебла заввишки 1–2 м, товсті (2–3 см в діаметрі)	28
– Стебла невисокі, 30–50 см заввишки, діаметр 0,1–0,8 см, сіро-зелені, закінчуються щільними яйцевидними колосками коричневого кольору	<i>ситняг болотний</i>
28. Стебла циліндричні, темно-зелені, суцвіття — волотисте, з гілочками неоднакової довжини, що закінчуються червоно-бурими колосками	<i>куга озерна</i>

– Стебла сірі або сизо-зелені, вкриті дрібними, темно-червоними бородавками, суцвіття щитковидно-волотисте	<i>куга Табернемонтана</i>
29. Листки цілісні	30
– Листки іншої будови	34
30. Листки (хоча б якась кількість з них) з добре вираженим черешком і листовою пластинкою	31
– Листки сидячі, лінійні.	32
31. Квітконосне стебло циліндричне; листки довгочерешкові, яйцеподібні або продовгувато-яйцевидні, з округлою чи серцеподібною основою; суцвіття — довга пірамідальна волоть	<i>частуха подорожникова</i>
– Квітконосне стебло тригранне; надводні листки стріловидні, плаваючі — овальні, підводні — стрічкоподібні; суцвіття китицеподібне	<i>стрілолист стрілолистий</i>
32. Рослина з прямостоячим або плаваючим стеблом, листки чергові, суцвіття кулеподібне	<i>їжачі голівки</i>
32.1. Листки в перерізі тригранні, знизу — з гострим кілем, стебла завжди прямостоячі, суцвіття галузисте. . . <i>їжача голівка пряма</i>	
– Листки плоскі чи знизу дещо випуклі, стебла та листки, зазвичай, плавають на поверхні води, суцвіття нерозгалужене	<i>їжача голівка плаваюча</i>
– Усі листки прикореневі	33
33. Квітки крупні, біло-рожеві, зібрані у зонтик, листки лінійні, жолобчасті, прямостоячі	<i>сусак зонтичний</i>
– Квітки дрібні, зелені, зібрані у циліндричне суцвіття, листки мечоподібні	<i>лепеха болотна</i>

Додаток 6

Види макрофітів, що потребують охорони

	Назва рослини	ЧКУ*	ЧСМУ
	Харові водорості		
1.	Нітела найтонша	+	
2.	Нітела струнка	+	
3.	Нітелопсіс притуплений	+	
4.	Толіпела проліферуюча	+	
5.	Хара Брауна	+	
6.	Хара витончена	+	
7.	Хара мохувата	+	
8.	Хара сивіюча	+	
	Вищі водні рослини		
9.	Альдранда пухирчаста	+	+
10.	Виринниця весняна		+
11.	Водяний горіх плаваючий	+	+
12.	Водяний жовтець водний		+
13.	Вольфія безкоренева		+
14.	Глечики жовті		+
15.	Іжача голівка мала		+
16.	Куга гострокінцева	+	
17.	Куга приморська		+
18.	Кушир донський		+
19.	Кушир підводний		+
20.	Латаття біле		+
21.	Латаття сніжно-біле		+
22.	Лепешняк тростиновий		+
23.	Меч-трава болотна	+	+
24.	Образки болотні		+
25.	Плавун щитолистий	+	+
26.	Плавушник болотний		+
27.	Пухирник малий	+	+
28.	Пухирник середній	+	+
29.	Рдесник волосовидний		+
30.	Рдесник гостролистий		+
31.	Рдесник довгий		+
32.	Рдесник злаколистий		+
33.	Рдесник сарматський		+
34.	Рдесник сплюснутий		+
35.	Рдесник туполистий		+
36.	Рогіз малий	+	
37.	Сальвінія плаваюча	+	+
38.	Стрілолист трироздільний		+
39.	Цанікелія велика		+

* ЧКУ — Червона книга України, ЧСМУ — Червоний список макрофітів України (за: [10, 22]).

Використана та рекомендована література

1. Атлас-определитель индикаторных таксонов макрозообентоса в малых водотоках: Пособие для определения классов качества речных вод/ сост. Н.Е. Шиширина, Т.П. Ихер, О.А. Курчакова. — Тула: ТООВЦу, 2000.
2. Биоиндикация качества пресных вод с использованием водных беспозвоночных (Краткое руководство по биомониторингу пресных вод для школьников) / сост. Т.С. Вшивкова, Д. Морз. — Владивосток, 2006.
3. Здоровая река — здоровая пойма. Практическое пособие по экологии для студентов и старших школьников / сост. А.Е. Андреева, Е. Кузнецова, С.А. Полуэктова, Н.Ю. Степанова. — М., 2006.
4. Зуб Л.М., Карпова Г.О., Мальцев В.І. Живий світ малих річок України // Участь громадськості у збереженні малих річок: матеріали тренінг-курсу. — К., 2005.
5. Ихер Т.П., Шиширина Н.Р., Тарарина Л.Ф. Комплексный анализ пресноводных экосистем: Методическое пособие для педагогов и школьников / Под ред. Л.Ф. Тарариной. — М., НП СХЭ, 2003.
6. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР — Л., Наука, 1981.
7. Кокин К. А. Экология высших водных растений. — М.: МГУ, 1982.
8. Летние школьные практики по пресноводной гидробиологии. Методическое пособие/ сост. С.М.Плаголев, М.В.Чертопруд. — М., МЦНМО. 1999.
9. Ляндзберг А.Р. Биоиндикация состояния пресного водоема с помощью донных организмов// Исследовательская работа школьников.- 2004, № 1–2.
10. Макрофиты — индикаторы изменений природной среды / отв. ред. С. Гейны, К.М. Сытник. — К., 1993.
11. Мамаев В.М. Определитель насекомых по личинкам. — М. 1972.
12. Матюкас К. Определение качества воды по донным животным.- Клайпеда, 2005
13. Оксийук О.П., Жукинский В.Н. Методические приемы использования эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. — 1983. — 19, № 5.
14. Оксийук О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши// Гидробиол. журн. — 1993. — 29, №4.
15. Полоскин А.В., Хайтов В.М. Полевой определитель пресноводных беспозвоночных. — СПб., 2000.
16. Райков Б.Е., Римский-Корсаков М.Н. Зоологические экскурсии. — М., Топикал, 1994.
16. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. —СПб.: Гидрометеоиздат. 1992.
17. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). — М.: НИИ-Природа, РЭФИА, 2004.
18. Семенченко В. П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. — Мн.: Орех, 2004.
19. Токарь О.Е. Оценка экологического состояния р. Ишим по данным фитоиндикации// Эл. науч. жур. «Вестник Омского гос. пед. ун-та». — 2006 / www.omsk.edu.

20. Хімко Р.В., Мережко О.І., Бабко Р.В. Малі річки - дослідження, охорона, відновлення. — К.: Інститут екології, 2003.

21. Унифицированные методы исследования качества вод. - Часть III. Методы биологического анализа. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. — М.: Изд-во СЭВ, 1977.

22. Червона книга України. Рослинний світ/ за ред. Я.П. Дідуха — К.: Глобалконсалтинг, 2009.

23. Червона книга України. Тваринний світ/ за ред. І.А. Акімова — К.: Глобалконсалтинг, 2009.

Показник українських та латинських назв видів

Макрофіти

Альдранда пухирчаста *Aldrovanda vesiculosa*
Валіснерія спіральна *Vallisneria spiralis*
Виринація весняна *Callitriche verna*
Водопериця кільчаста *Myriophyllum verticillatum*
Водопериця колосистої *Myriophyllum spicatum*
Водопериця чергово-квіткова *Myriophyllum alterniflorum*
Водяна сосонка звичайна *Hippuris vulgaris*
Водяний горіх плаваючий *Trapa natans*
Водяний жовтець закручений *Batrachium circinatum*
Водяний жовтець плаваючий *Batrachium fluitans*
Водяний жовтець водний *Batrachium aquatile*
Водяний жовтець волосистий *Batrachium trichophyllum*
Водяний різак алоевидний *Stratiotes aloides*
Водяний хрін земноводний *Rorippa amphibia*
Вольфія безкоренева *Wolffia arrhiza*
Гірчак земноводний *Polygonum amphibium*
Глечики жовті *Nuphar lutea*
Елодея канадська *Elodea canadensis*
Жабурник звичайний *Hydrocharis morsus-ranae*
Зизанія широколиста *Zizania latifolia*
Їжача голівка зринувша *Sparganium emersum*
Їжача голівка пряма *Sparganium erectum*
Камка мала *Zostera noltii*
Камка морська *Zostera marina*
Куга гострокінцева *Scirpus mucronatus*
Куга озерна *Scirpus lacustris*
Куга приморська *Scirpus litoralis*

Куга Табернемонтана *Scirpus tabernaemontani*
Куга тригранна *Scirpus triquetra*
Кушир донський *Ceratophyllum tanaiticum*
Кушир занурений *Ceratophyllum demersum*
Кушир підводний *Ceratophyllum submersum*
Латаття біле *Nymphaea alba*
Латаття сніжно-біле *Nymphaea candida*
Лепешняк великий *Glyceria maxima*
Лепешняк плаваючий *Glyceria fluitans*
Меч-трава болотна *Cladium mariscus*
Молодильник озерний *Isoetes lacustris*
Наяда морська *Najas marina*
Нітела найтонша *Nitella tenuissima*
Нітела струнка *Nitella gracilis*
Нітелопсіс пригуплений *Nitelopsis obtusa*
Образки болотні *Calla palustris*
Омег водяний *Oenanthe aquatica*
Очерет звичайний *Phragmites australis*
Плавун щитолистий *Nymphoides peltata*
Плавушник болотний *Hottonia palustris*
Пухирник звичайний *Utricularia vulgaris*
Пухирник малий *Utricularia minor*
Пухирник середній *Utricularia intermedia*
Рдесник альпійський *Potamogeton alpinus*
Рдесник блискучий *Potamogeton lucens*
Рдесник волосовидний *Potamogeton trichoides*
Рдесник вузлуватий *Potamogeton nodosus*
Рдесник гостролистий *Potamogeton acutifolius*
Рдесник гребінчастий *Potamogeton pectinatus*
Рдесник довгий *Potamogeton praelongus*
Рдесник злаколистий *Potamogeton gramineus*
Рдесник кучерявий *Potamogeton crispus*
Рдесник маленький *Potamogeton pusillus*
Рдесник плаваючий *Potamogeton natans*
Рдесник пронизанолистий *Potamogeton perfoliatus*
Рдесник сарматський *Potamogeton sarmaticus*
Рдесник сплюснутий *Potamogeton compressus*

Рдесник туполистий *Potamogeton obtusifolius*
Рдесник червонуватий *Potamogeton rutilus*
Річчя плаваюча *Riccia fluitans*
Рогіз вузьколистий *Typha angustifolia*
Рогіз Лаксмана *Typha laxmannii*
Рогіз маленький *Typha minima*
Рогіз широколистий *Typha latifolia*
Рупія великовусикова *Ruppia cirrhosa*
Рупія морська *Ruppia maritima*
Ряска мала *Lemna minor*
Ряска триборозенчаста *Lemna trisulca*
Сальвінія плаваюча *Salvinia natans*
Спіродела багатокоренева *Spirodela polyrrhiza*
Стрілолист стрілолистий *Sagittaria sagittifolia*
Стрілолист трироздільний *Sagittaria trifolia*
Сусак зонтичний *Butomus umbellatus*
Толіпела проліферуюча *Tolypella prolifera*
Фонтиналіс протипожежний *Fontinalis antipyretica*
Хара Брауна *Chara braunii*
Хара витончена *Chara delicatula*
Хара мохувата *Chara muscosa*
Хара сивіюча *Chara canescens*
Хвоц річковий *Equisetum fluviatile*
Цанікелія болотна *Zannichellia palustris*
Цанікелія велика *Zannichellia major*

Макробезхребетні

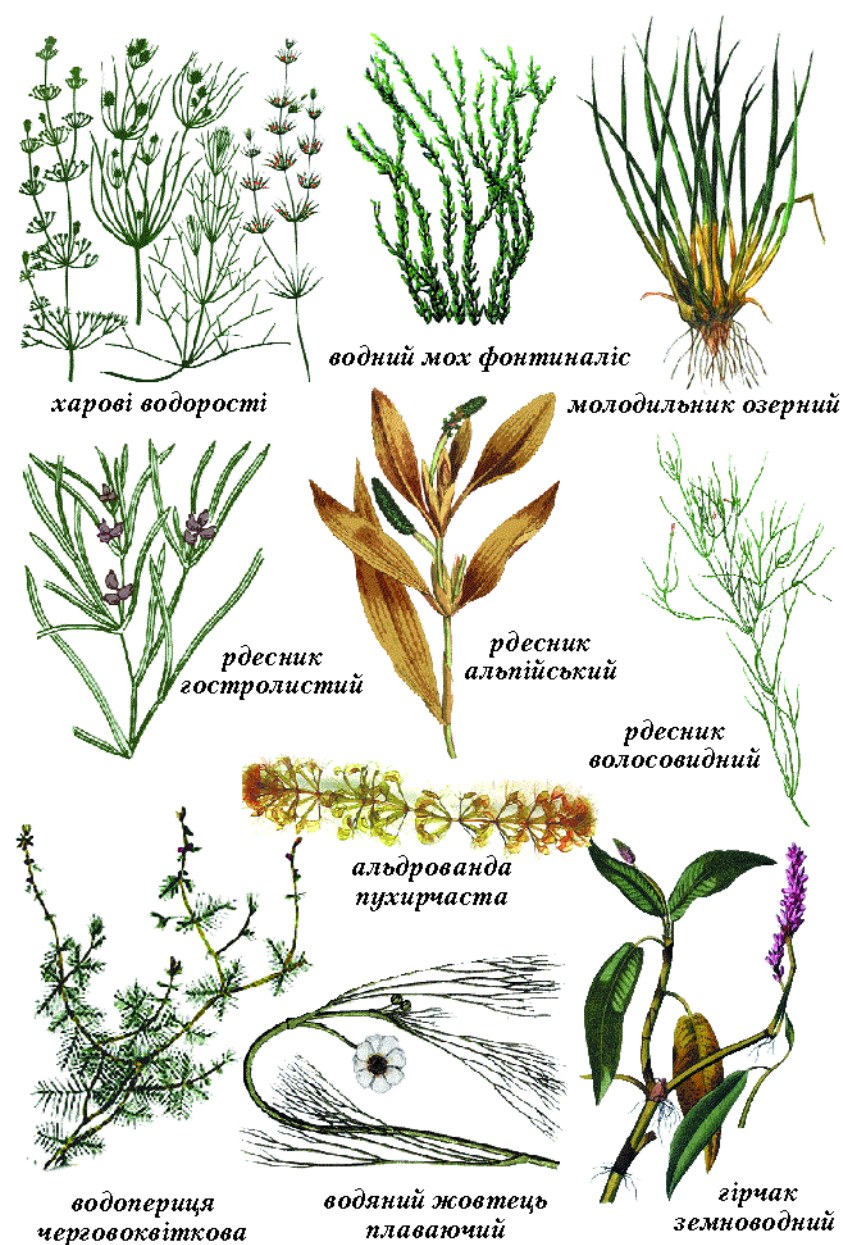
Бітинія щупальцева *Bithynia tentaculata*
Бокоплав озерний *Gammarus lacustris*
Великий водолуб *Hydrophilus piceus*
Вертячка *Gyrinus sp.*
Веснянка зеленуватокрила *Isoperla grammatica*
Веснянка облямована *Peria niazginata*
Веснянка сіра *Nemura cinerea*
Водомірка елегантна *Hydrometra gracilentia*
Водомірка озерна *Gerris lacustris*
Водяний віслючок *Asellus aquaticus*
Водяний скорпіони *Nepa cinerea*

Волохокрилець великий *Phryganea grandis*
Волохокрилець жовтовусий *Limnophilus flavicornis*
Волохокрилець ромбічний *Limnophilus rhombicus*
Гребляк крапчастий *Corixa punctata*
Дрейсена *Dreissena sp.*
Жабурниця звичайна *Anodonta cygnea*
Живородка звичайна *Viviparus viviparus*
Котушка закручена *Planorbis vortex*
Котушка рогова *Planorbarius corneus*
Крикотопус *Cricotopus sylvestris*
Лунка річкова *Theodoxus fluviatilis*
Мотиль звичайний *Chironomus plumosus*
Одноденка двокрила *Cloeon dipterum*
Одноденка жовтуватокрила *Potamanthus lutes*
Одноденка звичайна *Ephemera vulgata*
Павук доломед торочкуватий *Dolomedes fimbriatus*
Павук-сріблянка *Argyroneta aquatica*
Перлівниця звичайна *Unio pictorum*
Перлівниця овальна *Unio crassus*
Перлівниця опукла *Unio tumidus*
Плавт звичайний *Ilyocoris cimicoides*
Плавунець облямований *Dytiscus marginalis*
П'явка аптечна *Hirudo verbana*
П'явка медична *Hirudo medicinalis*
П'явка несправжньоокінська *Erpobdella octoculata*
П'явка равликівка *Glossiphonia complanata*
П'явка риб'яча *Piscicola geometra*
Рак довгопалий *Astacus leptodactylus*
Рак широкопалий *Astacus astacus*
Ранатра лінійна *Ranatra linearis*
Ставковик болотяний *Lymnaea palustris*
Ставковик великий *Lymnaea stagnalis*
Ставковик вушкоподібний *Lymnaea auricularia*
Ставковик малий *Lymnaea truncatula*
Ставковик овальний *Lymnaea ovata*
Стилярія озерна *Stylaria lacustris*
Трубочник звичайний *Tubifex tubifex*
Хребтоплав звичайний *Notonecta glauca*

Зміст

Передмова	3
Якість води та методи її оцінки	5
Поняття «якість води». Класи якості води	5
Методи оцінки якості води	7
Біологічні методи оцінки якості води	9
Біоіндикація за системою сапробності	12
Біоіндикація за визначенням трофічного статусу водойми	15
Біоіндикатори	20
Особливості біоіндикації у водоймах різного типу	22
Макрофіти — біоіндикатори	25
Особливості біоіндикації за макрофітами	26
Екологічні групи макрофітів	29
Просторовий розподіл рослин у водоймі	30
Макрофіти — індикатори умов середовища	33
Макрофіти — індикатори трофічного статусу	35
Визначення якості води за макрофітами	38
Модифікований індекс Майєра	40
Макрофітний індекс (MI)	42
Визначення екологічного стану водойм та якості води за складом водних макробезхребетних	44
Індикаторна роль безхребетних	44
Метод Вудівісса	47
Індекс Майєра	49
Характеристика окремих видів гідробіонтів та їхні індикаторні властивості	51
Макрофіти	51
Безхребетні тварини	77
Додаток 1. Схема опису водойми	93
Додаток 2. Відбір проб макробезхребетних	94
Додаток 3. Бланк обліку макробезхребетних для розрахунку TBI	96
Додаток 4. Ключі для визначення найпоширеніших видів макрофітів	97
Додаток 5. Ключі для визначення деяких груп донних безхребетних	104
Додаток 6. Види макрофітів, що потребують охорони	106
Використана та рекомендована література	107
Показник українських та латинських назв видів	108
Зміст	112

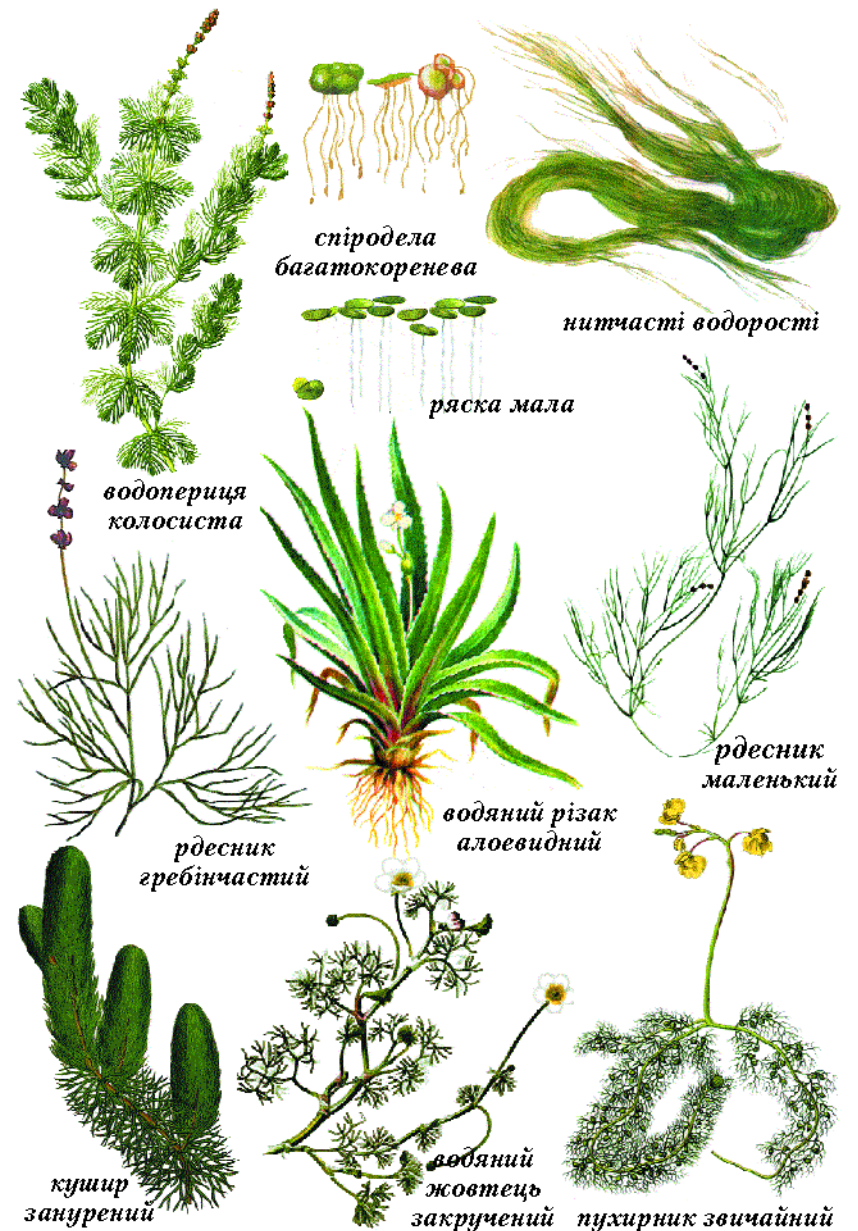
Макрофіти — індикатори якості води індикатори чистих вод



**Макрофіти — індикатори якості води
індикатори помірно забруднених вод**



**Макрофіти — індикатори якості води
індикатори забруднених вод**



Таблиця для визначення Макрофітного індексу (MI)

Індикаторні групи макрофітів		Загальна кількість наявних видів		
		<5	5-10	11-25
I	Молодильник озерний, харові водорості (більше одного виду), водні мохи, водопериця червоковіткова, рдесник альпійський	–	10	9
II	Комплекс вузьколистих рдесників (крім рдесників гребінчастого та малого), гірчак земноводний, водяний жовтець плаваючий, альдрованда пухирчаста	–	9	8
III	Комплекс широколистих рдесників та рдесників з плаваючими листками, глечики жовті, елодея канадська, водопериця кільчаста, кушир підводний, водяний жовтець водний	–	8	7
IV	Латаття біле, латаття сніжно-біле, водопериця колосиста, водяний жовтець закручений, рдесник гребінчастий	–	5	6
V	Різак алоевидний, пухирник звичайний	3	4	–
VI	Кушир занурений, ряски	ПП < 60%	2	3
		ПП > 60%	2	2
VII	Нитчасті водорості	1	1	–

Макрофітний індекс (MI) має значення: 9–10 балів (блакитний колір) – I клас якості води, дуже чиста; 7–8 (зелений колір) – II клас, чиста ; 5–6 (жовтий колір) – III клас, забруднена; 3–4 (оранжевий) – IV клас, брудна; 1–2 (червоний колір) – V клас, дуже брудна.

Порядок розрахунку Макрофітного індексу:

1) За натурними спостереженнями скласти загальний список водних макрофітів водойми або її ділянки, що досліджується. До уваги беруться усі види макрофітів, а не лише ті, що наведені у таблиці.

2) За таблицею визначити, які індикаторні групи макрофітів трапляються у водоймі. Пошук розпочинається з найчутливіших до забруднення видів рослин (перший рядок таблиці). Наголосимо: якщо у водоймі наявні види з першої індикаторної групи, то працюємо лише з першим рядком таблиці, не зважаючи на всі решта рядків та стовпчиків. На перетині зі стовпчиком відповідної кількості видів у водоймі знаходимо значення MI, що дорівнює 9 чи 10. Якщо ж вказаних видів у вашому описі немає, шукайте види із наступної індикаторної групи і, залежно від загальної кількості видів макрофітів, працюйте з відповідними рядком та стовпчиком, нехтуючи рештою.

3) На перетині рядка та стовпчика у таблиці отримуєте значення MI.

Таблиця для визначення індексу Вудівісса (TBI)

Індикаторні групи		Кількість видів-індикаторів	Загальна кількість груп макробезхребетних				
			0-1	2-5	6-10	11-15	>15
I	Личинки веснянок	> 1 виду	–	7	8	9	10
		1 вид	–	6	7	8	9
II	Личинки одноденок	> 1 виду	–	6	7	8	9
		1 вид	–	5	6	7	8
III	Личинки волохокрильців	> 1 виду	–	5	6	7	8
		1 вид	4	4	5	6	7
IV	Бокоплави		3	4	5	6	7
V	Водяний віслучок		2	3	4	5	6
VI	Олігохети та/або мотиль		1	2	3	4	–
VII	Відсутні всі наведені вище групи		0	1	2	–	–

TBI має значення: 9–10 балів (блакитний колір) – I клас якості води, дуже чиста; 7–8 (зелений колір) – II клас, чиста ; 5–6 (жовтий колір) – III клас, забруднена; 3–4 (оранжевий) – IV клас, брудна; 1–2 (червоний колір) – V клас, дуже брудна.

Порядок розрахунку TBI:

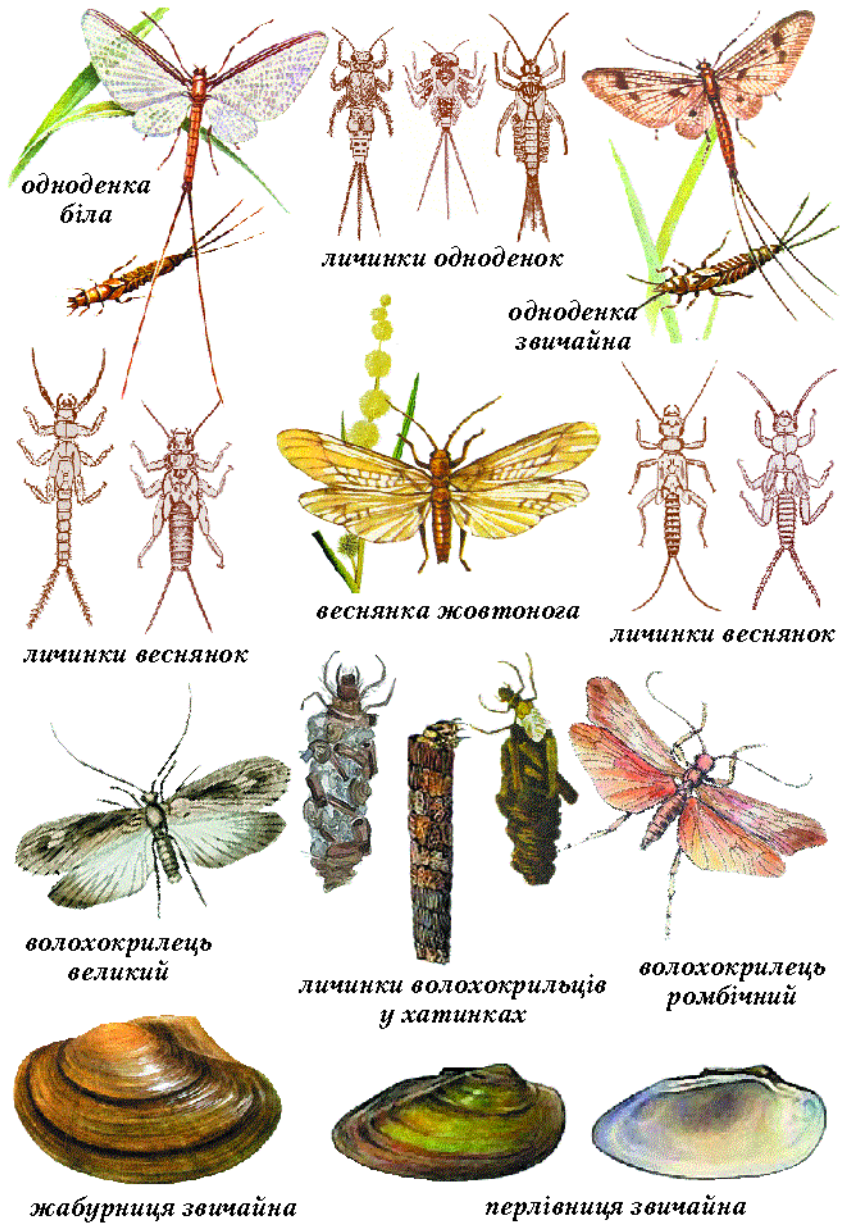
Для того, щоб оцінити якість води, необхідно:

1) Визначити, які індикаторні групи організмів зустрічаються у водоймі, що досліджується. Пошук розпочинають з найчутливіших до забруднення організмів – веснянок, далі – одноденок, волохокрильців і т.д, тобто у тому порядку, як вони розташовані у таблиці зверху донизу. Якщо у водоймі є личинки веснянок, то визначення ведеться за першим чи другим рядком таблиці, решта ж рядків не береться до уваги. Якщо у пробі знайдено кілька видів веснянок, працюють з першим рядком таблиці, якщо ж лише один – з другим. За відсутності веснянок у вашому списку, шукайте види із наступних індикаторних груп та працюйте з найвищим відповідним рядком, нехтуючи рештою нижчих.

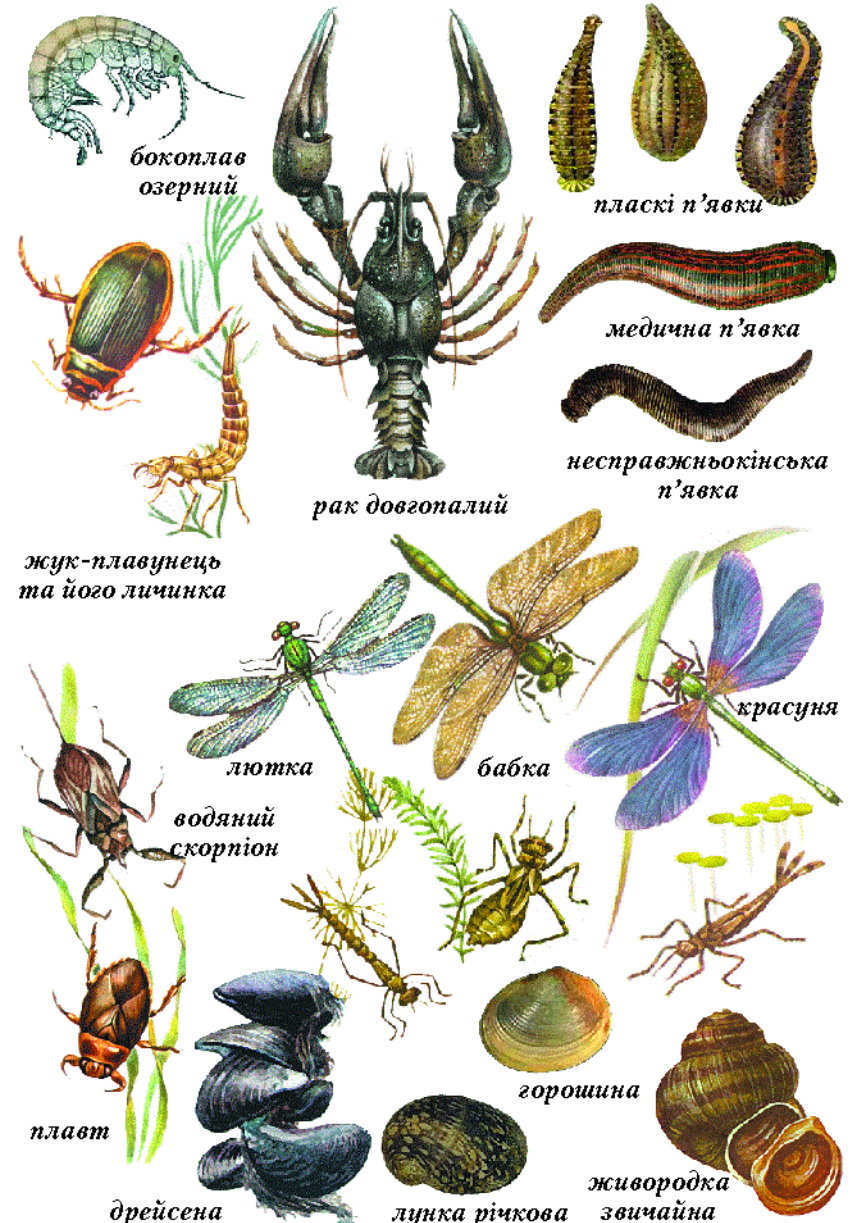
2) Наступним кроком є оцінка різноманітності макробезхребетних організмів у водоймі (пробі), для чого визначають загальну кількість груп макробезхребетних.

3) На перетині визначених рядка та стовпчика знаходиться значення TBI.

Безхребетні — індикатори якості води
індикатори чистих вод



Безхребетні — індикатори якості води
індикатори помірно забруднених вод



Безхребетні — індикатори якості води
індикатори забруднених вод



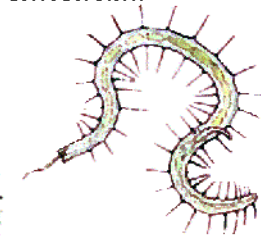
*водяний
віслучок*



рибна п'явка



трубочник



олігохети

стилярія озерна



*комар-дзвінець та його
личинка — мотиль*



*муха-дзюрчалка
та її личинка — криска*



*ставковик
великий*



*ставковик
вушкоподібний*

*ставковик
болотяний*



котушка закручена



котушка рогова