

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**О. А. Тучковенко**  
**ГІДРОБОТАНІКА**

**Конспект лекцій**

Одеса  
Одеський державний екологічний університет  
2017

**ББК 28.082**  
**Т 92**  
**УДК 58(075.8)**

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол №9 від 29.06.2017 р.)

**Тучковенко О.А.**

Гідроботаніка: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2017. 108 с.

Конспект лекцій для проведення занять з дисципліни «Гідроботаніка», відноситься до циклу професійної та практичної підготовки дисциплін за напрямом “Водні біоресурси”, шифр 1303.

**ISBN 978-966-186-072-7**

© Тучковенко О.А., 2017  
© Одеський державний екологічний університет, 2020

Навчальне електронне видання

Тучковенко Оксана Аркадіївна

## **Гідроботаніка**

Конспект лекцій

### **Видавець і виготовлювач**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ	5
2 РОЗДІЛИ БОТАНІКИ	8
2.1 Гідроботаніка як окремий розділ ботаніки	9
3 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ	11
4 ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИННІСТЬ І ТИПОЛОГІЯ ВОДОЙМ	19
5 ІНДИКАТОРНІ ЗНАЧЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ РОСЛИН	23
6 ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ОБЛІКУ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ	29
6.1 Опис і картування рослинності	31
6.2 Гербаризація прибережно-водної рослинності	37
7 БІОМАСА І ПРОДУКЦІЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ	41
8 <b>ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗВИТОК ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН</b>	48
8.1 Основні елементів мінерального живлення	52
8.2 Трофічна роль прибережно-водної рослинності	55
9 <b>ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНІ РОСЛИНИ В СИСТЕМІ ВОДНОГО БІОЦЕНОЗУ</b>	70
9.1 Взаємозв'язок водної рослинності і безхребетних	71
9.2 Вищі водні рослини і перифітон	76
9.3 Вищі водні рослини і фітопланктон	78
9.4 Зв'язок водних рослин з бактеріями і грибами	80
10 <b>ВОДНА РОСЛИННІСТЬ І САМООЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ</b>	84
11 РОЗМНОЖЕННЯ І ПОНОВЛЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН	89
12 <b>ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН</b>	93
12.1 Акваріумні та декоративні рослини	96
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	106

## ВСТУП

Ботаніка – це наука про рослини, їх походження, розвиток, будову, класифікацію, географічне поширення, екологічні та фітоценотичні взаємозалежності. Ботаніка тісно пов'язана з аграрною і медичною науками, ґрунтознавством і лісівництвом, хімією, фізикою, геологією, зоологією й математикою. Особливо велика увага приділяється вивченню та охороні рідкісних і зникаючих рослин, занесених до Червоної книги, оскільки втрата кожного виду – це не лише зменшення різноманіття рослин, а й порушення екологічного балансу, який формувався впродовж багатьох тисячоліть.

Ґрунтовні знання з ботаніки необхідні майбутнім фахівцям з водних біоресурсів, оскільки основою усіх пасовищних трофічних ланцюгів водних екосистем є рослини і знання особливостей їх розмноження та вирощування потрібні для формування стійких трофічних систем у природних і штучних водоймах. Метою ботаніки є виявлення і розкриття основних закономірностей будови й розвитку рослин і рослинних угруповань, їх залежності від екологічних факторів; географічного поширення; нагромадження, розподілу органічних речовин і енергії. Пізнання цих закономірностей дає можливість правильно розуміти складні біологічні процеси в природі, захищати і використовувати рослинні ресурси.

## 1 ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ

У Європі інтерес до вивчення прибережно-водних рослин почав з'являтися ще в XVIII столітті в зв'язку з розвитком рибництва. Однак планомірні дослідження почалися лише з кінця XIX століття. У Росії вивчення рослинного і тваринного світу водойм було пов'язано з організацією низки гідробіологічних станцій на території країни. Метою вивчення стала розробка методів і способів ефективної експлуатації природних ресурсів водойм.

До початку XX століття вже були опубліковані численні дослідження прибережно-водної рослинності.

Починаючи з 20-х років XX століття для вирішення питань, пов'язаних з веденням рибного господарства, водопостачання та очищення стічних вод, почалися дослідження біологічних процесів у водоймах. Велику увагу стали приділяти питанням класифікації та екології прибережно-водної рослинності.

Починаючи з 50-х років, велику увагу почали приділяти вивченню продуктивності прибережно-водної рослинності. Досліджується кормова цінність прибережно-водних рослин. З'явився інтерес до вивчення впливу прибережно-водної рослинності на рибопродуктивність водойм, так як зарості рослин є місцем нересту і середовищем проживання молоді та дорослих риб.

Вивчається можливість використання водних рослин як корм для сільськогосподарських тварин. Розглядаються питання поширення рослин, умови їх зростання, кормова цінність, способи заготівлі, зберігання, культивування. Досліджується роль і значення прибережно-водної рослинності для мисливсько-господарських цілей. У ряді статей розглядається необхідність створення штучних рослинних угруповань, які повинні служити природною кормовою базою для диких тварин і птахів, місцем гніздування і укриттів..

З'явився ще один напрям в гідроботаніці, який пов'язаний з використанням прибережно-водної рослинності в якості біологічного фільтра для очищення забруднених вод. Це пояснюється недостатньою продуктивністю існуючих в той час очисних споруд та їх високою вартістю.

У ряді вчених вказується на можливість використання прибережно-водної рослинності в очищенні водойм від органічної та мінеральної суспензії. У їх заростях затримується і руйнується значна частина зважених речовин, що надходять у водойми з різними стоками. Відзначена істотна роль прибережно-водної рослинності в очищенні вод від ряду

біогенних макро- і мікроз'єднань, а саме: фосфатів, нітратів, сульфатів, органічних кислот.

Досліджено можливість використання деяких видів рослин для видалення з промислових стічних вод важких металів і радіоактивних елементів. Водна рослинність бере активну участь у детоксикації багатьох небезпечних забруднень, таких як феноли, нафтопродукти, пестициди, поверхнево-активні речовини. У зв'язку з цим визнається раціональним культивування водних рослин для очищення побутових і промислових стоків з подальшим їх видаленням.

Конкуренція за біогенні елементи і антагонізм прибережно-водної рослинності з водоростями визнається дієвим способом боротьби з цвітінням водойм. Крім того, прибережно-водна рослинність знижує і бактеріальне забруднення водойм. Змив в водойми мінеральних добрив з сільськогосподарських угідь, надходження побутових і промислових стоків сприяють інтенсивному розвитку прибережно-водної рослинності. Це призводить до вторинного забруднення вод гниючими рослинними залишками і евтрофікації водойм.

Прибережно-водна рослинність є важливою ланкою прісноводного біоценозу; рослини вносять свою частку участі в кругообігу речовини і енергії, і створюють особливе середовище для мешканців водойм.

У 60-х роках ХХ століття були позначені основні напрямки гідроботанічних досліджень у нашій країні: геоботанічне, екологічне, анатомо-морфологічне, фізіологічне, систематичне, продукційне і господарське. Ці напрямки об'єднали всі ті роботи, які проводилися в країні і послужили своєрідним вектором в подальших дослідженнях.

Дослідники відзначали, що для вивчення взаємозв'язків прибережно-водних рослин з іншими компонентами біоценозів, з'ясування їх структурних та функціональних особливостей необхідний комплексний підхід такий як дослідження зв'язків рослин з організмами інших трофічних рівнів, їх впливу на водойму в цілому.

**Геоботанічний напрямок** розроблено досить повно і залишається поки що основним і провідним напрямком серед гідроботанічних досліджень. Завдяки цим дослідженням описана рослинність водойм та встановлено закономірності її просторового розподілу. Основним завданням геоботанічних досліджень залишається виявлення загальних закономірностей заростання водойм різного трофічного рівня в різних природно-кліматичних зонах.

**Екологічні дослідження** мають аутоекологічну і синекологічну спрямованість. У роботах такого плану представлені відомості про екологію рослин водойм, особливості їхнього життя у водному середовищі, вплив різних факторів середовища на їх розвиток. Важливими

є трофічні взаємовідносини водних рослин і тварин, що мешкають в їх заростях, участі прибережно-водної рослинності в самоочищення водойм.

Специфічні умови прибережної зони водойм дуже впливають на **анатомічну і морфологічну будову** водних рослин. Ці ознаки досить часто є основними при класифікації рослин водойм. У зв'язку з цим питання вивчення анатомії і морфології рослин водойм мають величезне значення.

**Фізіологічний напрямок** включає вивчення основних сторін життєдіяльності рослин і їх функціональних особливостей. В першу чергу - це фотосинтез, дихання, мінеральне живлення, споживання органічних сполук та інших. У зв'язку з антропогенним впливом на водойми, з'явилося значне число робіт, пов'язаних з очисною здатністю рослин, акумулюцією ними різних забруднювачів, біодеградація побутових і промислових стічних вод у заростях прибережно-водної рослинності.

**Систематичний напрям почав** розвиватися з 50-х роках ХХ століття, що пов'язано з необхідністю знань таксономії видів при вивченні прибережно-водних угруповань. На другий всесоюзної конференції з прибережно-водним рослинам в 1988 р висловлювалася думка, що багато таксонів водних рослин вимагають систематичної ревізії, що пов'язано з широкою мінливістю видів всередині роду і відсутністю чіткого систематичного кордону між окремими видами.

**Визначення первинної продукції**, в тому числі створюваної макрофітами, - одне з центральних завдань вивчення водойм. Даних по продукції водних рослин накопичено дуже багато, проте вони не завжди співставні між собою.

**Перспективним напрямком** є вивчення рослин водойм, які мають практичне призначення: в якості технічної і лікарської сировини, кормів для сільськогосподарських тварин, для мисливсько-промислових господарств.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Що таке «Гідроботаніка»?
2. Перерахуйте основні напрямки гідроботанічних досліджень.
3. Охарактеризуйте геоботанічний напрямок.
4. Охарактеризуйте екологічний напрямок.
5. Охарактеризуйте анатомо-морфологічний напрямок.
6. Охарактеризуйте фізіологічний напрямок.
7. Охарактеризуйте систематичний напрямок.
8. Охарактеризуйте продукційний та господарський напрямки.



## 2 РОЗДІЛИ БОТАНІКИ

Ботаніку, яка є частиною біології, у свою чергу, поділяють на ряд окремих наук, завданням яких є вивчення тих чи інших закономірностей будови і життя рослин або рослинного покриву.

**Морфологія рослин** – розділ ботаніки, який вивчає закономірності виникнення і розвитку зовнішніх ознак рослини та їх органів.

**Анатомія рослин** – розділ ботаніки, що вивчає внутрішню будову, закономірності формування і розвитку тканин та органів у процесі онтогенезу і філогенезу. При поглибленому вивченні анатомії рослин виділилися окремі її підрозділи: **фізіологічна анатомія**, що вивчає зв'язок між будовою рослин і процесами, які проходять в них; **екологічна анатомія** – вплив умов середовища на будову рослин; **патологічна анатомія** – вплив хвороботворних організмів на будову рослин; **цитологія** – закономірності будови і розвитку клітини та її органів; **ембріологія** – закономірності утворення і розвитку зародків, спорогенезу, гаметогенезу, морфологію та еволюцію квітки і суцвіття, формування та ультраструктуру спородерми, зародження і розвиток окремої особини від проростання насіння або спори до формування усіх генетично визначених структур.

**Фітопатологія** вивчає природу захворювання рослин і розробляє заходи боротьби з ними. Вона ґрунтується на біології розвитку рослин, внутрішньовидовій таксономії сільськогосподарських культур, знаннях реакції рослин на застосування препаратів.

**Екологія рослин** вивчає закономірності взаємозв'язку між рослиною і навколишнім середовищем.

**Фізіологія рослин** – наука про закономірності життєдіяльності рослин (обмін речовин, ріст, ритми розвитку, розмноження тощо).

**Біохімія рослин** вивчає хімічні процеси в рослинному організмі.

**Географія рослин (фітогеографія)** – це розділ ботаніки, що вивчає географічне поширення і розподіл рослин та їх угруповань по окремих регіонах, зонах, континентах, океанах і морях.

**Фітоценологія (геоботаніка)** – це наука, що вивчає фітоценози (рослинні угруповання) та їх компоненти, досліджує продуктивність фітоценозів та їх зміни під впливом природних і антропогенних факторів, а також районування і картування рослинності, для чого використовує різноманітні методи, наземного дослідження та аерофотозйомки, в тому числі і з космічного простору.

**Палеоботаніка** – це розділ ботаніки, який вивчає викопні рослини минулих геологічних епох.

**Систематика рослин** – розділ ботаніки, завданням якого є вивчення різноманітності рослин, класифікація сучасних і вимерлих рослин, встановлення зв'язків спорідненості між окремими групами рослин, розробка таксономічних одиниць та філогенетичних систем. Виявлення і опис рослин мають винятково важливе наукове і практичне значення.

**Етноботаніка** – наука про використання рослин різними етнічними групами населення Землі.

За об'єктами дослідження виділяють такі ботанічні науки:

- **Альгологія** – наука про водорості;
- **Бріологія** – всебічно вивчає мохоподібні (мохи і печіночники);
- **Дендрологія** – вивчає деревні рослини;
- **Палінологія** – вивчає пилкові зерна і спори рослин;
- **Карпологія** – вивчає плоди і насіння,
- **Тератологія** – вивчає причини виникнення гігантизму, карликовості, порушень розвитку рослин, тощо.

До складу ботаніки як окремі розділи відносяться лісознавство, лукознавство, болотознавство, тундрознавство і ін.

## 2.1 Гідроботаніка як окремий розділ ботаніки

Водні рослини (вищі і нижчі) є об'єктами досліджень **гідроботаніки**. Однойменна дисципліна для спеціальності «Водні біоресурси» передбачає всебічне вивчення окремих видів водних прибережних, лучних та інших рослин, їх систематичних груп, природних рослинних угруповань (фітоценозів), ставків, акваріумів у різних наукових та практичних аспектах, особливостей географічного поширення, обґрунтування екологічної пристосованості та впливу різних факторів на розвиток як окремих індивідумів, так і їх популяцій.

Особливостями рослинного організму є те, що рослини мають спільні риси, характерні для всіх живих організмів (живлення, дихання, ріст і розвиток, подразливість, розмноження), так і властивості, притаманні лише рослинам.

Основною ознакою рослин є їх автотрофність – здатність використовувати енергію світла, за рахунок якої зелені рослини синтезують органічні речовини з неорганічних –  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ , тобто здійснюють процес фотосинтезу. Фотосинтез відбувається в особливих органідах рослинної клітини – зелених пластидах – хлоропластах, яких нема в клітинах інших організмів.

З автотрофним способом живлення пов'язаний ряд особливостей рослин, що відбиваються на їх будові. Розглянемо деякі з них.

Для рослин характерне високе відношення площі поверхні тіла до його об'єму, що є необхідним для поглинання світла і вуглекислого газу

надземною частиною рослин, а також води та мінеральних речовин – підземною. Це відбивається на внутрішній будові: великій поверхні тіла потрібна опора і транспорт речовин на значні відстані. Для цього в рослинах існує розвинена система механічних і провідних тканин.

Особливістю рослин є необмежений ріст, що дає їм можливість увесь час збільшувати поверхню тіла і займати все нові й нові площі повітряного і кореневого живлення. Це означає, що в рослинах постійно присутні та функціонують різні види твірних тканин.

Рослини не здатні до активного пересування у зв'язку з великою поверхнею тіла і його розчленованістю. Винятком є лише деякі водорості та зооспори, що мають джгутики. При нерухомості рослин їм потрібний захист від несприятливих умов довкілля. До захисних пристосувань належать клітинна оболонка, міцні покривні тканини (наприклад, кора у мамонтового дерева 60-70 см завтовшки), речовини, що відлякують шкідників. Останні накопичуються у вмістищах видільних тканин.

Завдяки процесу фотосинтезу в рослин, на відміну від тварин, асиміляція (засвоєння речовин) переважає над дисиміляцією (розклад органічних речовин на простіші речовини). Унаслідок цього відбувається накопичення ними запасних речовин (вуглеводів, білків, ліпідів).

У рослин немає видільної системи, а наявні видільні тканини, більш схожі на секреторні або запасаючі. Якщо вони і виділяють назовні будь-які речовини, то це пов'язано переважно із залученням комах-запилювачів або захистом від шкідників.

Автотрофність рослин виявляється не лише у фотосинтезі, але й у мінеральному живленні. Рослини поглинають з ґрунту за допомогою коренів воду та мінеральні речовини і транспортують їх по рослині у листки, а з них униз відтікають асиміляти – продукти фотосинтезу.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Який розділ ботаніки, що вивчає внутрішню будову, закономірності формування і розвитку тканин та органів у процесі онтогенезу і філогенезу?
2. Який розділ ботаніки, який вивчає закономірності виникнення і розвитку зовнішніх ознак рослини та їх органів?
3. Яка наука вивчає закономірності життєдіяльності рослин (обмін речовин, ріст, ритми розвитку, розмноження тощо)?
4. Яка наука вивчає хімічні процеси в рослинному організмі?
5. Який розділ ботаніки, який вивчає викопні рослини минулих геологічних епох?
6. Яка наука вивчає використання рослин різними етнічними групами населення Землі?

### 3 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ

На початку XIX століття датським ботаніком-географом І.Скоу (Schouw, 1823) вперше був використаний термін «**гідрофіти**» для позначення рослин, які ростуть у водному середовищі. Данський еколог Е.Вармінг (1901) виділив *чотири групи* рослин виходячи з їх ставлення до води: *гідрофіти, ксерофіти, галофіти і мезофіти*. К.Ламперт (1900) поділяв рослини на три групи:

- рослини з листям, зануреними у воду;
- рослини з листям, плаваючими на поверхні води;
- рослини, у яких частина пагонів знаходяться у воді, інша - знаходиться над водою.

Надалі пропонувалися й інші позначення прибережно-водної рослинності. Однак до теперішнього часу вчені так і не прийшли до єдиної думки щодо її класифікації.

Фахівці найчастіше підрозділяють водні рослини на **гідрофіти** (мешкають безпосередньо у водоймі) і **гігрофіти** (виростають в прибережній зоні). У деяких випадках виділяють і групу прибережних **мезофітів**. Інші дослідники прибережно-водні рослини ділять на такі групи: **повітряно-водні, рослини з плаваючим листям і занурені рослини**. В останніх двох групах виділяють *прикріплені рослини* і ті, що вільно плавають.

В даний час у науковій та навчальній літературі відсутня єдина класифікація прибережно-водної рослинності. Немає і загальноприйнятого поняття прибережно-водної флори.

В даний час більшість дослідників *до складу прибережно-водної флори включають:*

1. Види, яким протягом всього життєвого циклу потрібно водне середовище (рдести, роголистники та ін.).
2. Види, що мешкають в прибережній, тривалий час затоплюваній смузі, і несуть у своїй будові морфологічні ознаки зв'язку з водним середовищем (маннік водний, поручайник та ін.).
3. Види, що з'являються на стадіях заболочування водойм (білокрильник, шабельник та ін.).

У *морфолого-екологічному відношенні* прибережно-водна флора поділяється багатьма дослідниками на три основні групи:

1. Рослини, що піднімаються над водою, або як їх ще називають повітряно-водні.
2. Рослини з плаваючим листям (прикріплені і ті, що вільно плавають) на поверхні води.

3. Рослини, повністю занурені у воду (прикріплені або неприкріплені до ґрунту, тобто, що знаходяться в товщі води).

Найбільш часто використовуються класифікації **Г.І.Поплавської** (1948) і **А.П.Шеннікова** (1950).

*Г.І.Поплавська виділяє дві групи водних рослин:*

1. **Гідрофіти** - рослини, які меншою своєю частиною занурені у воду.
2. **Гідатофіти** - рослини, повністю або більшою частиною занурені у воду:
  - *Гідатофіти справжні;*
  - *Аерогідатофіти занурені;*
  - *Аерогідатофіти плаваючі.*

*А.П.Шенніков (1950)*, навпаки, до групи гідрофітів відносить занурені у воду рослини і рослини з плаваючим листям і листоподібними стеблами. Повітряно-водні рослини віднесені їм до **гелофітів**.

**І.М.Распопов** (1971, 1978, 1985) до "Гідрофітів" відносить вищі водні трав'янисті рослини, анатомічно і морфологічно пристосовані до життя у водному середовищі в зануреному, плаваючому на поверхні води або напівзануреному стані. Він запропонував розділити гідрофіти на три групи:

1. **Занурені рослини (гідатофіти)** - види, весь життєвий цикл яких проходить під водою, а також рослини, у яких генеративні пагони піднімаються над поверхнею або плавають на поверхні води, але основна рослинна маса знаходиться в товщі води.
2. **Рослини з плаваючими асимілюються органами (плейстофіти)** - види, у яких велика частина вегетативних пагонів і листя плаває на поверхні води.
3. **Повітряно-водні рослини (гелофіти)** - види, у яких частина пагонів знаходиться у водному середовищі, а інша - піднімається над поверхнею води.

Деякі водні рослини залежно від умов зростання можуть приймати різну форму, наприклад, мати плаваючі листя або підніматися над водою. Такі види рослин фахівці відносять як до однієї, так і до іншої групи гідрофітів.

Досить часто використовується **еколого-фізіологічна класифікація** прибережно-водних рослин **Х.Гамса** (Gams, 1918) з невеликими доповненнями (Игошина, 1927), яка має наступний вигляд:

1. **Лемніди** - рослини, що не вкорінюються та вільно плавають:
  - **Планктонні** - плаваючі в товщі води (річчя, пухирчатка, ряска тридольна);
  - **Нейстонні** - з розпластаними на поверхні води асимілюються органами (сальвінія, ряска мала, водокрас).

**2. Прикріплені рослини** - водяні листостебельні мохи та харові водорості.

**3. Рослини, що вкорінюються:**

- *Ізоетіди* - рослини з короткими стеблами і прикореневою розеткою занурених листків (лобелія Дортмана, полушник);
- *Валліснеріїди* - рослини з коротким стеблом і довгим листям (підводні форми стрілолиста і їжачоголівника, валліснерія);
- *Елодеїди* - занурені рослини з довгим стеблом і листям (елодея, уруть, рдести, наяди);
- *Німфеїди* - рослини з плаваючими на поверхні води листям, верхня поверхня яких не змочується водою (німфея, кубушка, рдест плаваючий);
- *Лінеїди* - рослини з лінійними надводними асимілюючими органами (очерет, рогіз, осоки, аїр);
- *Фоліїди* - рослини з широкими надводними листям (вахта, шабельник, образки);
- *Амфібіїди* - рослини, однаково часто зустрічаються в різних біотопах.

Відповідно до класифікації **Г.Е.Павленко** (1972) рослини залежно від їх пристосованості до умов життя у воді поділяються на такі **екологічні групи**:

- *Прибережні* - рослини піщаних, кам'янистих і мулистих мілин;
- *Земноводні* - рослини, що піднімаються над водою;
- *Водні рослини* - рослини з плаваючими на поверхні води листям;
- *Підводні рослини*;
- Рослини, що вільно плавають.

**З.І.Гапека** (1971) класифікує прибережно-водну рослинність за екологічними групам, таким чином:

- *Гідрогелофіти*;
- *Геліогідрофіти*;
- *Межові ефемери*;
- *Німфеїди*;
- *Потамеїди*;
- *Планктичні лемніди*;
- *Нейстичні лемніди*;
- *Елодеїди*.

Відповідно до цієї класифікації види, що мають широку екологічну амплітуду, можуть існувати в умовах різних екологічних груп.

За основу класифікації **А.П. Нечаєва і В.М.Сапаєва** (1973) взята *глибина розподілу рослин в товщі водоймища*. У ній виділені **п'ять екологічних груп**:

1. Прибережні рослини, що знаходяться під періодичним впливом затоплення і оголення.
2. Рослини, прикріплені до ґрунту та рослини, що підіймаються над водою.
3. Плаваючі на поверхні води рослини, коренева система яких прикріплена до ґрунту.
4. Рослини, повністю занурені в товщу води.
5. Рослини, які вільно плавають на поверхні і у верхній товщі водойми.

**Н.С.Камишев** (1962) у своїй класифікації прибережно-водної рослинності виходить з **екологічних типів рослин**:

Типи	Підтипи	
	Зв'язок з ґрунтом	Відношення до рівня води
1 Гідрофіти	Укорінювальні берегові	Земноводні
2 Гідатофіти	Укорінювальні водні	Надводні, наводні, підводні
	Плаваючі	Наводноплаваючі, підводноплаваючі, напівзанурено плаваючі

Відповідно до класифікації **В.М.Катанскої** (1981) всі водні рослини за своїми *морфологічними та еколого-біологічними* особливостями об'єднуються в такі екологічні групи:

**1. Гідрофіти – справжні водні рослини:**

**1. Занурені у воду рослини - занурені гідрофіти.**

- Повністю занурені у воду (істинно водні) рослини, весь цикл розвитку яких проходить у воді;
- Повністю занурені неукорінені, плаваючі в товщі води (наприклад, види куширу);
- Повністю занурені укорінюються (види наяд, полушніка та ін.);
- Занурені у воду, але з повітряними генеративних органами (майже занурені);
- Занурені, неукорінені, плаваючі в товщі води (види пухирчатки);
- Занурені, укорінюються, з різної потужності кореневою системою (у деяких видів не розвивається) - рдести, уруть, елодея, лобелія.

**2. Плаваючі на поверхні води рослини - гідрофіти плаваючі.**

- Вільно плаваючі, неукорінені (ряска мала, водокрас, сальвінія та ін.);
- З плаваючим листям, укоріняються (латаття, кубушка, рдест плаваючий, болотноцвітник, гречка земноводних).
- Занурені і плаваючі неукорінені рослини прикріплюються до субстрату в тих випадках, коли нижня частина їх стебел або водних коренів знаходяться в пухкій мулуватій товщі дна водойми.

## **2. гелофітов (гідрогірофіти) - водно-болотних рослини:**

**1. Надводні рослини з піднімаючимися над поверхнею води стеблами і листям, укоріняються** (очерет, рогіз, очерет, сусак, їжачоголівник, стрілолист, частуха та ін.) Всі вони успішно розвиваються і проходять повний цикл розвитку, як у воді, так і на вологих берегах водойм.

Всесоюзна конференція по вищим водним та прибережно-водним рослинам запропонувала наступну класифікацію, що включає **три основні групи:**

- 1. Гідатофіти** - занурені рослини, весь життєвий цикл яких проходить під водою. Їх генеративні пагони можуть підніматися над поверхнею води, тоді як основна рослинна маса знаходиться в товщі води. Сюди відносять неукорінені види (пухирчатка, роголистник) і укорінені види (рдести, елодея, полушнік, уруть).
- 2. Нейстофіти** - рослини з плаваючими асимілюються органами. Велика частина вегетативних пагонів і листя плаває на поверхні води. Це неукорінені види (сальвінія, водокрас, ряска, багатокореннік) і укорінені види (нимфея, кубушка, рдест плаваючий і ін.).
- 3. Гелофіти** - повітряно-водні рослини, у яких частина пагонів знаходиться у воді, інша - над поверхнею води. Ряд видів може виростати і поза води. Це проміжна група між водними і сухопутними рослинами.

**В.Г.Папченков (1985)** в поняття **гідрофіти** водойм включає не тільки трав'янисті рослини, але і деревні, здатні нормально рости і розвиватися в умовах води і водо покритого ґрунту. Цей автор будує свою класифікацію виходячи з *морфологічних і біологічних особливостей* рослин з урахуванням різної пристосованості до водного середовища:

**Тип 1. Гідрофіти**, або справжні водяні рослини.

**Група 1.** Гідрофіти, вільно плаваючі в товщі води (роголистник темно-зелений, ряска тридольна, телорез алоєвидний, пухирчатка звичайна).

**Група 2.** Занурені, укорінені гідрофіти (рдест блискучий, рдест гребінчастий, елодея канадська, каулінія мала та ін.).

**Група 3.** Гідрофіти які вільно плавають на поверхні води (ряска мала, сальвінія плаваюча, водокрас звичайний, водяний горіх плаваючий).



**Група 4.** Укорінені гідрофіти з плаваючим листям (кубушка жовта, латаття чисто-біла, рдест плаваючий, гречка земноводних).

Представники цього типу утворюють фітоценози в межах глибин від 0,5 до 2,5 метрів.

**Тип 2. Гелофіти**, або повітряно-водні рослини.

**Група 5.** Високотравні гелофіти (середня висота пагонів 180-250 см)- Очерет звичайний, рогіз вузьколистий, очерет озерний, маннік великий та ін.

**Група 6.** Низькотравні гелофіти (середня висота пагонів 60-100 см) - частуха подорожникова, стрілолист стрілолистний, сусак зонтичний, водяна сосонка, хвощ річковий та ін.

**Група 7.** Приземні гелофіти (висота пагонів менше 10 см) - ситняг голчастий, лужниця водна, монца ключова та ін.

Співтовариства з домінуванням гелофітів розташовуються переважно біля берегів до глибини **1,0- 1,2 метра**. Найбільш глибоко припадають високотравні гелофіти. *Низькотравні повітряно-водні* рослини воліють глибини до **0,5 м**. *Приземні* гелофіти займають прибережні мілини глибиною до **10 см**.

**Тип 3. Навколоводні рослини.**

**Група 8.** Гірогелофіти (калужниця болотна, осока гостра, поручейниця водяна, шабельник болотний, віх отруйний, маннік напливає, ірис лжеаіровидний, жерушнік земноводний, жовтець мовний та ін.). Рослини цієї групи типові для низьких рівнів берегової зони затоплення, часто зустрічаються на прибережних мілинах при глибині 20-40 см.

**Група 9.** Трав'янисті гідрофіти (очерет лісової, ситник жаб'ячий, деякі осоки та ін.). Займають зазвичай середні рівні берегової зони затоплення і досить часто зустрічаються в невеликій кількості у воді біля низьких багнистих берегів, входячи до складу співтовариств високотравних гелофітов.

**Група 10.** Деревні гідрофіти (верба трехтичиночна). Представлені вербами, які часто обрамляють береги водойм і водотоків, нерідко виростають у воді.

**Група 11.** Гігромезофіти (гусяча лапка, мати-й-мачуха, вероніка довголиста, мітлиці та ін.). Займають високі рівні берегової зони затоплення і зону заплеску водойм. У водному середовищі зустрічаються рідко.

У гідробіології та лімнології широко використовується термін «**Макрофіти**», який найчастіше є синонімом поняття «вищі водні рослини». Багато дослідників (Іжболдіна, 1975; Распопов, 1985; та ін.) Розуміють під терміном «макрофіти» великі водні рослини незалежно від їх систематичного положення; встановлення родової (видовий) приналежності яких не вимагає застосування оптичних приладів.

Перші спроби класифікації спільнот прибережно-водної рослинності намітилися в 30-х роках ХХ століття (Менкель-Шапова, 1930; Лепілова та ін., 1936; Кац, 1936). Ці дослідники підрозділяли *спільноти рослин на прибережні, з плаваючим листям, занурені й інші, називаючи їх асоціаціями, формаціями або ценозів.*

Надалі класифікація прибережно-водної рослинності будувалася виходячи з класифікації *лугової рослинності* (Шенников, 1941). Класифікація прибережно-водної рослинності по **І.П.Богдановській-Гіенеф** (1974) представлена наступною схемою:

1. *Клас прогелофітних формацій - включає формації з домінуванням повітряно-водних рослин;*

2. *Клас німфеїдов - включає формації плаваючих і прикріплених видів;*

3. *Клас формацій низьких занурених видів;*

4. *Клас формацій занурених прикріплених видів;*

5. *Клас формацій ненастягнутих плаваючих видів.*

Надалі ця схема зазнала деяких змін (Екзерцев, 1966; Шаркінене, 1969; Корелякова, 1972) і до теперішнього часу прийняла такий вигляд:

*А. Клас формацій справжньою водної рослинності.*

1. *Група формацій рослин, повністю занурених у воду. Підгрупи формацій:*

*а) неукореняючіся рослини, б) укоріняються рослини.*

2. *Група формацій рослин, занурених у воду з надводними репродуктивними органами.*

*Підгрупи формацій:*

*а) неукореняючіся рослини, зважені в товщі води, б) укоріняються рослини.*

3. *Група формацій рослин з плаваючим листям. Підгрупи формацій:*

*а) неукореняючіся справжні водні рослини,*

*б) укоріняються рослини з плаваючим листям. Б. Клас формацій земноводної рослинності.*

*Групи формацій:*

*4. крупнозлакової; 5. Крупнорогозová; 6. Нізкорогозová;*

*7. Крупнокамишова; 8. Крупноразнотравная; 9. Нізкоразнотравная.*

У цій схемі виділені формації за основним домінуючому виду.

Найбільш виразно зміна одних екологічних груп рослин іншими простежується у водоймах відповідно до глибини їх зростання. Виходячи з цього, виділяють **наступні зони прибережно-водних рослин:**

1. Прибережні рослини (незабудки, підмаренник, жовтець).

2. Земноводні рослини (осоки, ситники, аїр, сусак та ін.), Що виростають до глибини 0,5-1 м.

3. Високі рослини (очерет, очерет, рогіз), що виростають до глибини 3 м.

4. полупогруженном рослини (гречка земноводних, чилім та ін.), Що виростають до глибини 3 м.
5. Занурені рослини (більшість рдестов, уруть, елодея).
6. Підводні луи (зона харових водоростей і мохів).

Високий поліморфізм прибережно-водних рослин дозволяє їм займати різні екологічні зони. На розподіл рослинності в товщі води дуже впливають прозорість води, прибіжних, конфігурація берега та ін. Така зональність розподілу прибережно-водної рослинності в першу чергу відноситься до видів, які мають кореневу систему. Такі рослини, як ряска, сальвінія, Річчі, водокрас та інші входять до групи плейстона і можуть вільно розподілятися по поверхні водойми, притому досить часто - далеко від берега. Розподіл в товщі води не мають коренів рослин (таких як, роголистник, ряска тридольна, пухирчатка) багато в чому залежить від прозорості води і прибіжних.

Незважаючи на наявність загальних закономірностей розподілу рослин у водоймах спільноти в межах кожної водойми мають свої індивідуальні особливості, - відрізняються флористичним складом, кількістю, займаною площею і розподілом по території. Велику роль в цьому відіграє температурний і світловий режим водойми, гідрологічні, гідрохімічні, морфометричні показники водойми та інші фактори. Вони визначають тип умов, сприятливих для існування тих чи інших спільнот прибережно-водної рослинності.

### *Питання для самоперевірки*

1. На які групи фахівці найчастіше підрозділяють водні рослини?
2. Як називаються рослини, які меншою своєю частиною занурені у воду.
3. Як називаються рослини, повністю або більшою частиною занурені у воду:
4. Як називаються занурені рослини, весь життєвий цикл яких проходить під водою?
5. Як називаються рослини з плаваючими асимілюються органами?
6. Як називаються повітряно-водні рослини, у яких частина пагонів знаходиться у воді, інша - над поверхнею води?
7. Як називаються рослини, що не вкорінюються та вільно плавають

#### 4 ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИННІСТЬ І ТИПОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Класифікація водойм за трофністю передбачає поділ їх на чотири основні групи: оліготрофні, мезотрофні евтрофні і дистрофні.

Вперше ці терміни були використані *С.Вебером* при вивченні флори торф'яних боліт Німеччини для характеристики рослин, що розвиваються при низькій, середньої і високій концентрації елементів живлення. Пізніше, в 1919 р *Е.Науманн*, вивчаючи фітопланктон шведських озер, застосував їх для класифікації окремих водойм у відповідності до змісту в них фосфору, азоту та кальцію. Надалі, *А.Тінеманн*, працюючи на озерах Німеччини, в якості критеріїв їх трофности запропонував використовувати й інші показники - вміст у воді кисню, наявність індикаторних організмів, сумарна кількість фітопланктону (*Вінберг*, 1960; *Бульйон*, 1983; *Паутова*, *Номоконова*, 1994).

У гідробіології така типізація водойм отримала саме широке поширення (*Naumann*, 1919; *Thienemann*, 1921). В її основу покладено інтегральні показники, що об'єднують велику кількість факторів.

Спочатку ці автори виділили два типи озер - оліготрофніе і евтрофних, а потім - дистрофні тип. Надалі були виділені озера з проміжними показниками - мезотрофніе. Розроблена для озер типізація застосовується і для водосховищ (*Abdin*, 1949).

В якості показника ступеня трофности пропонувалися різні критерії: вміст у товщі води розчиненого кисню, біогенних елементів, присутність індикаторних організмів, кількість фітопланктону та ін. Однак, основним показником все ж слід вважати первинну продукцію (*Вінберг*, 1960).

Розвиток організмів у водоймах визначається умовами середовища: прозорістю води, змістом біогенних елементів (насамперед азоту і фосфору), концентрацією кисню, температурним режимом, величинами рН та ін. Тому за кількістю та видовим складом організмів, інтенсивності продукційних і деструкційних процесів можна визначити тип водойми (*Вінберг*, 1960; *Романенко*, 1985). Розвиток водної рослинності тісно пов'язане з гідрологічними особливостями водойми, розмірами і морфометрії улоговини, хімічним складом вод, характером і розподілом донних відкладень і рядом інших факторів. Ступінь трофности водойм дає повне уявлення про екологічні умови існування організмів і характеризується набором ряду ознак.

Водна рослинність розвивається головним чином в літоралі і субліторалі, утворюючи суцільну або переривчасту смугу різної ширини вздовж берега, навколо островів і мілин, рідше покриває всі ложе озера.

Глибина поширення водних рослин залежить від величини прозорості води, змінюючись від 2 до 4 метрів, а в окремих випадках - до 8 метрів.

Оліготрофніе водойми відрізняються великою глибиною, високою прозорістю (по диску Секкі - до 4-20 м і більше), присутністю кисню у всій товщі води протягом усього року. Ці водойми займають глибокі тектонічні і ерозійні западини зі слабо вираженою літоральній зоною. Донні відкладення бідні органічною речовиною. В озерах такого типу життя водних рослин обмежена недоліком біогенних з'єднань і низькою температурою води, недостатньою літоральній зоною. Нізкомінералізованіе водойми мають бідний видовий склад прибережно-водної рослинності: загальне число видів найчастіше не перевищує десятка. Переважають водяний мох (фонтиналис), полушнік озерний, очерет звичайний та ін. Біомаса прибережно-водних рослин низька.

До оліготрофного типом озер відносяться Байкал, Ладозьке та Онезьке озера, Іссик-Куль, Кара-Куль, Тургояк, Севан, багато водойми в гірських районах і в північних областях.

Мезотрофніе водойми характеризуються проміжним набором ознак, між оліготрофного і евтрофних. Вони найбільш численні на підзолистих ґрунтах лісової та лісостепової зон; в той же час зустрічаються у всіх природно-кліматичних та географічних зонах. У мезотрофних водоймах переважають сірі, глинисті або піщані донні відкладення з Детритніе намулу. Як правило, це водойми глибиною до 5-30 м і прозорістю води - 1-4 м. Дуже часто дефіцит кисню спостерігається в самих придонних шарах води, іноді він охоплює всю зону гіполімніона. Дефіцит кисню в товщі води найбільш сильно проявляється в зимовий час.

Озера мезотрофніе типу заростають в середньому на 35% (дуже часто на 60%). У рослинному покриві досить високий відсоток площ, зайнятих напівзануреної рослинністю (в основному очеретом), багатше видовий склад флори; кількість видів збільшується до 40-60. Дуже часто домінують занурені рослини, представлені переважно харових водоростями. Часто у великих кількостях зустрічаються рдести, роголістнік, телорез. Широкому поширенню водної рослинності сприяють відносно висока прозорість води (до 4 м), слаболужна реакція середовища (рН 8), невисока мінералізація (близько 180 мг / л) і наявність в субліторальній зоні карбонатних сапропелей (з вмістом до 35% органічної речовини).

Із зростанням трофності водойм відбувається збагачення видового складу водної флори. У рослинних співтовариствах домінуючими стають елодея, широколисті рдести, роголістнік, харовіе водорості.

Для мезотрофних озерх зі слідами евтрофії характерна висока біомаса прибережно-водної рослинності і відносно багатий видовий склад.

До мезотрофних водойм відноситься Рибинське, Іваньківський, Куйбишевське, Київське, Можайське водосховища, озера Плещеево, Глибоке, Нарочь та ін.

Водойми, що характеризуються високою біологічною продуктивністю, отримали назву евтрофних (синонім - евтрофніе). Найчастіше це неглибокі водойми з рясним надходженням біогенних сполук з водозбірної площі. Вони розташовуються в рівнинній або слабохолмистій місцевості при наявності пухких порід. У добре освітленому і прогріваеться епілімніон водойм спостерігається інтенсивний розвиток фітопланктону. Його бурхливий розвиток в літні місяці досить часто призводить до "цвітіння" водойми.

Донні відкладення багаті органічною речовиною і біогенними сполуками. Прозорість у таких водоймах становить 0,5-2 м. Розчинений у воді кисень найчастіше спостерігається лише в поверхневому шарі води; в гіполімніоне, починаючи з другої половини літа, з'являється бескислородная зона. Взимку, особливо в дрібних водоймах, дуже часто спостерігаються заморні явища.

Поступове збільшення глибини і добре виражена літораль створюють сприятливі умови для розвитку прибережно-водної рослинності, причому у водоймі переважають всі екологічні групи рослин - надводні, навідні і занурені.

У слабоевтрофних у відносно глибоких водоймах з воронкоподібними котловинами переважний розвиток отримують напівзанурені рослини (очерет, рогіз, очерет). Низька прозорість (близько 2 м) стримує розвиток підводних рослин. Такі озера заростають в середньому на 20 %.

Ступінь заростання слабоевтрофних водойм глибиною до 4 м і наявністю мілководь становить близько 35 %. Вона визначається морфометрії улоговини, часткою мілководь у загальній площі водойми і середній його глибиною. Поряд з полупогруженном рослинами в них значний розвиток отримують і підводні рослини. У таких водоймах найчастіше домінують очерет, рогіз, очерет, елодея, кушир, рдести та ін.

Лімінічні умови мілководних високотрофних озер найбільш сприятливі для зростання прибережно-водної рослинності, що виражається в значному заростанні цих озер (до 40-100%) і більш високими біомаси (в середньому 350 г / м<sup>2</sup> заростей).

Серед цієї групи водойм найбільш зарослими є мілководні і прозорі озера. Вони заростають практично на 100 %. У цих озерах домінують занурені макрофіти (в основному рдести).

В гіпертрофних водоймах слабкий розвиток підводної рослинності залежить в першу чергу від низької прозорості і високої біомаси фітопланктону - конкурента за біогенні речовини.

К крупним евтрофних водоймам відносяться озера Ільмень, Чудское, Неро, Чани, Мястро, Цимлянське водосховище та ін.

У північних районах лісотундри і лісової зони розташовуються озера, береги яких складені з торф'яних сфагнових мохів, вода слабо мінералізована і багата гуміновими речовинами. За рахунок цього вона частіше всього забарвлена в темні кольори. Прозорість води в таких озерах не перевищує 2-4 м, рН - в межах 4 - 6,5, карбонатів дуже мало. Водойми багаті органічною речовиною, однак деструкційні процеси протікають в них дуже слабо. Донні відкладення часто представлені торфовищами, пісками або збідненими ґрунтами подзолистого типу. Такі водойми отримали назву дистрофні.

У водоймах різною тропності швидкість круговороту органічної речовини різна. В оліготрофних водоймах відмерлі організми в основному мінералізуються в товщі води, з-за чого донні відкладення вкрай бідні органічною речовиною. В евтрофних водах незважаючи на високу швидкість мінералізації, донні відкладення постійно поповнюються органічною речовиною. В дистрофні водоймах органічний матеріал розкладається дуже повільно; в основному консервується в донних відкладах. Кордону між окремими типами водойм в якійсь мірі умовні, так як виявлено величезну різноманітність перехідних форм, які досить важко ранжувати з якихось кількісними показниками. Навіть в межах одного й того ж водойми можна спостерігати ознаки різнотипних водойм. Тому поняття «Оліготрофи» і «евтрофія» має сенс не в якості основи класифікації, а як загальні поняття, що характеризують водойму в сенсі багатства життя, екологічні умови існування організмів і специфіки фізико-хімічних показників вод (Горленко, Дубініна, Кузнєцов, 1977).

Вища водна рослинність виростає в прибережжя всіх типів водойм, як в оліготрофних, евтрофних, так і дистрофні. Однак, найбільш сприятливим для розвитку є евтрофних тип водойми з вираженою літораллю, мулистим дном, високою прозорістю, наявністю в товщі води і донних відкладеннях достатньої кількості біогенних елементів (Кокін, 1982; Распопов, 1985). В екологічно оптимальних умовах евтрофних водойм співтовариство прибережно-водної рослинності досягає найбільшого різноманітності і високих біомас, чого ніколи не спостерігається в інших по тропності водоймах або порушених біотопах.

## 5 ІНДИКАТОРНІ ЗНАЧЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ РОСЛИН

Фахівці постійно роблять спроби класифікувати водойми виходячи з інтенсивності розвитку прибережно-водної рослинності з виділенням найбільш характерних видів для того чи іншого типу вод. Проте, значна частина водних рослин володіє високою толерантністю, що ускладнює використовувати їх в якості індикаторних видів.

Більшість робіт присвячено дослідженню зв'язку між гідрохімічними показниками вод (загальна жорсткість, лужність, вуглекислота, бікарбонати, значення рН та ін.) і розподілом водної рослинності, яка у вигляді загальної схеми представлена на малюнку 1 (Pietsch, 1972; Алекін, 1970).

Такі види як *Zostera marina*, *Z. nana*, *Z. minor*, *Ruppia maritima*, *R. spiralis*, меншою мірою - *Najas marina*, *Potamogeton pectinalis*, *Bulboschoenus maritimus*, є характерними для класу хлоридних вод. Вони мешкають в прибережжя морів і в озерах солоністю до 8 ‰ і більше.

Крім того, відома група видів прибережно-водних рослин, які можна вважати індикаторами певного стану і трофності водного середовища. Наявність в водоймах полушніка озерного (*Isoetes lacustris*), полушніка голчастим (*I. echinospora*), лобелії Дортманна (*Lobelia dortmanna*), урути очеретноквіткової (*Myriophyllum alterniflorum*) вказує на чистоту і Оліготрофи вод.

Масовий розвиток ряскових вказує на неблагополуччя в екосистемі. Достаток ряски тридольна (*Lemna trisulca*) говорить про великій кількості в середовищі біогенних речовин, розвиток ряски маленької (*L. minor*) і багатокорінника (*Spirodela polyrhiza*), крім евтрофування, свідчить про сільськогосподарське забруднення. Багатокорінник здатний розвиватися на концентрованих стоках тваринницьких комплексів. Локальний інтенсивний розвиток ряскових вказує на місця надходження біогенних речовин у водойми.

Про наявність антропогенного впливу на водні екосистеми свідчить пишний розвиток стрілолиста звичайного (*Sagittaria sagittifolia*), частухи подорожникової (*Alisma plantago-aquatica*), елоді канадської (*Elodea canadensis*), телореза алоевідного (*Stratiotes aloides*), куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum*) і урути колосистої (*Myriophyllum spicatum*).

При індикації трофності водного середовища за допомогою окремих видів рослин можуть бути використані ознаки життєвого стану рослин (розвиток нормальний, вище або нижче нормального) і загальний вигляд рослин. Надмірне розвиток або пригнічений стан рослин свідчить про необхідність звернути увагу на стан якості води.



Аналіз розвитку водної рослинності у водоймах, схильних різного ступеня евтрофування, дозволяє зробити наступні висновки (Гігевіч, Власов, Винаєв, 2001):

1. Занурена рослинність досить повно характеризує стан водойм і змін, що в них відбуваються;

2. Біомаса гідрофітів та індекс сапробності, розрахований за індикаторною вагою занурених рослин, можуть служити показниками якості води і ступеню евтрофування водойми.

3. Антропогенне евтрофування водойм призводить до структурної перебудови спільноти гідрофітів; в результаті змінюється видовий склад домінуючого комплексу, з'являються або зникають індикаторні види; в міру зростання трофності водойми олігосапробної види поступаються місцем  $\beta$ - Мезосапробним, які, в свою чергу, замінюються  $\alpha$ -Мезосапробними видами.

4. Прибрежно-водна рослинність більш консервативна, ніж угруповання фіто-, зоопланктону і бентосу, тому видовий склад макрофітів, їх біомаса і проективне покриття можуть бути показниками зміни якості води.

Таким чином, видовий склад прибережно-водної рослинності дозволяє досить точно охарактеризувати екологічний стан екосистеми. В даний час широко застосовується методика індикації вод за біологічними показниками, яка широко використовується в практиці гідробіологічних досліджень.

Вищі водні рослини як індикатори зміни якості води поряд з іншими організмами знаходять широке застосування при біологічному аналізі та проведенні санітарно-гідробіологічних досліджень. Однак необхідно мати на увазі, що рослини мають досить широкими географічними та екологічними ареалами, причому в різних фізико-географічних умовах одні й ті ж види можуть зустрічатися у водоймах різного трофічного рівня і можуть мати різне індикаторне значення. Тому при разових спостереженнях по присутності або відсутності будь-якого виду не можна давати оцінку якості середовища. Крім того, для певного географічного регіону або групи водойм необхідно вибирати види, що проявляють індикаторні властивості в конкретних умовах. Труднощі виявлення видів-індикаторів у водних рослин пов'язана також з вельми мізерними відомостями про екологію та фізіологію більшості цих видів (Керівництво по методах гідробіологічного аналізу поверхневих вод ..., 1992).

У «Уніфікованих методах дослідження якості вод» (1977) наведені списки сапробних організмів, де водні рослини розподілені по п'яти класам сапробності для прісних вод із зазначенням ступеня сапробності - s, сапробність індексу - S і індикаторного значення виду - I (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Вищі водні рослини у системі сапробності (Sladecsek, 1963; Кокин, 1982)

Вид	Зона							
	S	x	o	$\beta$	$\alpha$	p	I	S
<i>Marchantia polymorpha</i>	0	1	8	1	-	-	4	1,0
<i>Riccia glauca</i>	0	-	7	3	-	-	4	1,3
<i>Riccia fluitans</i>	0	-	7	3	-	-	4	1,3
<i>Ricciocarpus natans</i>	0	-	8	2	-	-	4	1,2
<i>Marsupella aquatica</i>	x - 0	5	5	-	-	-	3	0,5
<i>Marsupella sphacellata</i>	x - 0	5	5	-	-	-	3	0,5
<i>Drepanocladus aduncus</i>	0 - $\beta$	-	6	4	-	-	3	1,4
<i>Fontinalis antipyretica</i>	0 - $\beta$	1	5	4	-	-	2	1,35
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	0	1	7	2	-	-	3	1,35
<i>Sphagnum sp.</i>	0	-	10	-	-	-	5	1,0
<i>Hydrohypnum ochraceum</i>	x - 0	5	5	-	-	-	3	0,5
<i>Amblystegium riparium</i>	0 - $\beta$	-	5	4	1	-	2	1,65
<i>Salvinia natans</i>	0	-	9	1	-	-	5	1,1
<i>Equisetum fluviale</i>	0	2	8	-	-	-	4	0,8
<i>Isöetes lacustris</i>	x	9	1	-	-	-	5	0,1
<i>Isöetes echinospora</i>	x - 0	5	5	-	-	-	4	0,3
<i>Myriophyllum spicatum</i>	$\beta$	-	2	8	-	-	4	1,8
<i>Ceratophyllum demersum</i>	$\beta$	-	1	9	-	-	5	1,9
<i>Potamogeton dramineus</i>	$\beta$	-	3	7	-	-	4	1,7
<i>Potamogeton lucens</i>	$\beta$ - 0	-	6	4	-	-	3	1,4
<i>Potamogeton crispus</i>	$\beta$	-	2	8	-	-	4	1,8
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	$\beta$	-	3	7	-	-	4	1,7
<i>Nuphar luteum</i>	$\beta$ - 0	-	5	5	-	-	3	1,7
<i>Nymphaea alba</i>	$\beta$ - 0	-	7	3	-	-	3	1,4
<i>Utricularia vulgaris</i>	$\beta$	-	2	8	-	-	4	1,8
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	$\beta$	-	1	8	1	-	4	2,0
<i>Elodea Canadensis</i>	$\beta$	-	2	7	1	-	3	1,85
<i>Lemna gibba</i>	$\beta$	-	1	8	1	-	4	2,0
<i>Lemna minor</i>	$\beta$	-	1	6	3	-	3	2,25
<i>Lemna trisulca</i>	0 - $\beta$	-	5	5	-	-	3	1,80
<i>Polygonum amphibium</i>	$\beta$	-	3	6	1	-	3	1,75
<i>Hydrocharis morsus</i>	0 - $\beta$	-	5	5	-	-	3	1,5
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0 - $\beta$	-	6	4	-	-	3	1,4

Як видно з таблиці 5.1, вищі водні рослини розвиваються в основному в олігосапробній і  $\beta$ -Мезосапробній зонах. Ксенобіотиками є тільки деякі

водні мохи і папороті, які мають достатньо високе індикаторне значення (3-5). До олігосапробів відносяться рдест блискучий, уруть очередноквітковий, до оліго- $\beta$ -мезосапробів - мох фонтиналіс,  $\beta$ -мезосапробами є елодея канадська, ряски, рдести плаваючий і гребінчастим, кубушка жовта, роголістник занурений, водяний жовтець. Рдесник гребінчастий вказує і на  $\alpha$ -Мезосапробність.

Структурну перебудову спільнот гидрофітов і кількісну оцінку зміни якості води відбиває індекс сапробності S. Цей індекс, розрахований для зануреної рослинності, добре узгоджується з лімнічеськімі показниками водойми. Занурена рослинність досить повно характеризує загальний стан водойм і зміна в них екологічних умов.

Спостереження за динамікою розвитку водних рослин у водоймах Білорусі дозволили Г.С.Гігевічу, Б.П.Власову і Г.В.Винаєву (2001) встановити дещо іншу індикаторну значимість гидрофітов (табл. 5.2) порівняно з видами-індикаторами, представленими вище.

Найбільшою стійкістю по відношенню до зростаючої антропогенного навантаження характеризуються озера з розвиненою зануреною рослинністю (в основному елодея, рдести, роголістник, уруть та ін.). Озера цієї групи мають найбагатший і в той же час однорідний склад гидрофітов (індекс видової подібності Жаккара 50-75 %. Індекс сапробності становить 1,6-1,8.

Менш стійкими до збільшення антропогенного навантаження є водойми з переважанням в рослинному покриві харових водоростей. Це, як правило, слабо мінералізовані озера з ознаками Оліготрофи (індекс сапробності 1,5-1,6; коефіцієнт видової подібності 25-50 %).

Слабо мінералізовані озера з домінуванням олігосапробної видів (полушнік озерний, водні мохи) відрізняються бідністю і специфічністю видового складу рослин (індекс сапробності низький - 1,2, а коефіцієнт видової подібності до 25 %).

З збільшення біогенного навантаження (середньорічна концентрація загального фосфору в межах 0,05-0,15 мг P/л) фітопланктон здатний конкурувати з зануреними гидрофітами і викликає «цвітіння» води. Це призводить до зменшення прозорості, і в результаті - зникнення окремих видів рослин і скорочення площі заростання. Питома вага зануреної рослинності знижується до 20-40 % маси гидрофітов. Індекс сапробності зростає до 1,8-2,0 за рахунок зникнення  $\beta$ - Мезосапробної видів (куширу, урути, Елоді, широколистих рдестов) і появи  $\alpha$ -Мезосапробної видів (штукенії гребенчатой, рдеста кучерявого та ін.). У таких озерах переважає повітряно-водна рослинність і рослини з плаваючим листям.

Таблиця 5.2 - Індикаторна значимість основних видів гидрофітов водойм Білорусі (Гігевіч, Власов, Винаев, 2001)

Назва виду	Індикатори забруднення			
	Органічного	Ацидофікації	Евтрофікації	Важкими металами
Аір звичайний	+		+	
Частуха подорожникова			+	+
Шевковник жорстколистий	+			
Рдест блискучий				+
Рдест курчавий	+		+	
Роголистник темно-зелений	+	+		+
Роголистник підводний	+	+		+
Ситняг игольчатий	+			
Ситняг болотний	+			
Елодея канадська	+			+
Хвощ річковий	+	+		
Манник плавучий				+
Манник великий	+			+
Рдест курчавий	+		+	
Штукенія гребінчата	+		+	+
Водокрас звичайний			+	+
Полушник озерний	+	+		
Ряска горбата	+		+	
Ряска мала	+		+	
Трьохдольниця трехбороздчата			+	+
Уруть колосиста	+			+
Кубишка мала	+			

В озерах, схильних до антропогенного евтрофування, занурена рослинність майже повністю відсутня. Середня концентрація загального фосфору в них перевищує 0,15 мгР/л, що призводить до інтенсивного розвитку фітопланктону. Індекс сапробності, розрахований за Гідрофіти, становить 2,0-2,3 (Гігевіч, Власов, Винаев, 2001).

Найбільшою стійкістю по відношенню до зростаючої антропогенного навантаження характеризуються озера з розвиненою зануреної рослинністю (в основному елодея, рдести, роголістник, уруть та ін.). Озера цієї групи мають найбагатший і в той же час однорідний склад гидрофітов (індекс видової подібності Жаккара 50-75%; див. «Індекс подібності (порівняння)»). Індекс сапробності становить 1,6-1,8.

Менш стійкими до збільшення антропогенного навантаження є водойми з переважанням в рослинному покриві харових водоростей. Це, як правило, слабо мінералізовані озера з ознаками Оліготрофи (індекс сапробності 1,5-1,6; коефіцієнт видової подібності 25-50%).

Слабо мінералізовані озера з домінуванням олігосапробної видів (полушнік озерний, водні мохи) відрізняються бідністю і специфічністю видового складу рослин (індекс сапробності низький - 1,2, а коефіцієнт видової подібності до 25%).

З збільшення біогенного навантаження (середньорічна концентрація загального фосфору в межах 0,05-0,15 мг Р/л) фітопланктон здатний конкурувати з зануреними гідрофітами і викликає «цвітіння» води. Це призводить до зменшення прозорості, і в результаті - зникнення окремих видів рослин і скорочення площі заростання. Питома вага зануреної рослинності знижується до 20-40% маси гідрофітов. Індекс сапробності зростає до 1,8-2,0 за рахунок зникнення  $\beta$ - Мезосапробної видів (куширу, урути, Елоді, широколистих рдестов) і появи  $\alpha$ -Мезосапробної видів (штукенії гребенчатої, рдеста кучерявого та ін.). У таких озерах переважає повітряно-водна рослинність і рослини з плаваючим листям.

В озерах, схильних до антропогенного евтрофування, занурена рослинність майже повністю відсутня. Середня концентрація загального фосфору в них перевищує 0,15 мг Р/л, що призводить до інтенсивного розвитку фітопланктону. Індекс сапробності, розрахований за Гідрофіти, становить 2,0-2,3 (Гігевіч, Власов, Винаєв, 2001).

## 6 ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ОБЛІКУ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ

Рослини, занурені у воду або плаваючі на її поверхні можна дістати з берега або човна спеціальними інструментами. Для якісного збору використовують трьох- і шестізубові водяні грабельки. Зуби мають довжину близько 15 см і загнуті приблизно на третину своєї довжини. Довжина жердини залежить від глибини водойми, але не більше 4 метрів. На жердину наносять мітки з інтервалом 0,25 м; їм можна вимірювати і глибину водойми. Грабельки зручні для добування занурених рослин, а також деяких видів з плаваючим листям. (Рис. 6.1)



Рис. 6.1 – Водяні грабельки для збору водоростей.

Для добування донної рослинності з глибини більше 2,5-3 м використовують якірці-кішки з різним числом зубів. Зубці повинні бути різної довжини, причому довгі зуби чергуються з короткими. Довжина мотузки повинна в кілька разів перевищувати глибину, на якій проводиться робота.

Для якісного збору донних рослин використовують драгу Раменського. Вона має овальну форму довжиною 35 см з мішком з рідкої тканини. Ширина в середній частині - 20 см. До верхньої частини рами приварюють зуби завдовжки 3 см, кілька відігнуті назовні. Використовується і чотирикутна гідробіологічна драга з зубцями.

Для перегляду дна і підводних заростей зручно використовувати маску для аквалангістів.

Для кількісного обліку рослинності (підрахунку кількості стебел, визначення проективного покриття і взяття укосів) у спільнотах всіх груп рослин використовуються різної рами площею 1; 0,5 і 0,25 м<sup>2</sup> (квадратні і прямокутні). Вони виготовляються з дерев'яних рейок, алюмінієвих і пластмасових трубок та інших легких матеріалів, щоб трималися на плаву. Рейки фарбують білою фарбою і розмічають через кожні 5-10 см. Крім

того, на рейках роблять невеликі скобочки для натягування мотузок масштабної сітки. Для зручності рами роблять розбірними або складними. Роботи з обліку рослин проводять в тиху погоду. (Керівництво по гідробіологічних моніторингу ..., 1992).

При всіх видах кількісного обліку прибережно-водних рослин доводиться користуватися різними прийомами установки рами. При ручному зборі в спільнотах невеликих придонних рослин (на глибинах 0,2-0,3 м) рама опускається на дно і накладається на спільноту. У спільнотах занурених, плаваючих і невисоко піднімаються над водою (до 1 м) рослин рама накладається зверху і в плавучому стані на поверхні води зміцнюється з двох протилежних кутів (по діагоналі) спеціальними жердинами (рис.5). У спільнотах рослин високо піднімаються над водою використовують розбірну раму. Її «вставляють» в травостій збоку, після чого раму скріплюють. Всі види робіт з рамою можливі до глибини, що не перевищує 2 м. На більш глибоких місцях облік рослинності за допомогою рами ненадійний.

При роботі на малих глибинах в заростях, які складаються рослинами, які належать до різних груп (підводні, плаваючі, надводні) зручна подвійна прямокутна рама (рис. 5). Для кількісного обліку та відбору укосів найбільш зручні плавучі розбірні чотирикутні рами з легких трубок, обтягнутих сіткою (площа 0,25 м<sup>2</sup>). При роботі рама вдавлюється в ґрунт; рослини в цьому випадку знаходяться всередині рами і не втрачаються.

При відборі проб для підрахунку біомаси використовуються коси з коротким лезом (20-25 см) і довгою ручкою, серпоподібний ніж (рис. 4), а також зарослечерпателі. Косою зручно зрізати рослини до глибини 1,5-2,5 м; на більш глибоких місцях косити важко і незручно.

Зарослечерпателі (або ж зарослевирезателі) пристосовані для вирізання рослинності з певних площ.

Зарослечерпатель А.Н.Ліпіна і Н.Н.Ліпіной (1939) влаштований за принципом дночерпателей (рис. 6). Це металева коробка, стінки і верх якої обтягнуті крупноячею сіткою. На нижній стороні коробки рухомо прикріплені ковші, подібні ковшам дночерпателей. Бічні і нижні боки ковшів, що сходяться при закриванні приладу, зазубрені і загострені, завдяки чому збільшується ріжуча лінія і більш міцно захоплюється незрізаною рослинністю. Площа захоплення зарослечерпателя 0,1 м<sup>2</sup>. Спуск приладу здійснюється на мотузці або зі стріли, встановленої на човні. Зарослечерпатель може використовуватися для обліку фітомаси заростей занурених рослин, як на малих, так і на великих глибинах.

Найбільш широко при дослідженнях водної рослинності застосовується зарослечерпатель С.Бернатовіча (Керівництво по гідробіологічних моніторингу ..., 1992). Він складається з двох металевих рамок (20 x 40 см), рухомо посаджених на опорній осі з пружиною (рис. 7).

У відкритому положенні вони представляють собою квадрат зі стороною 40 см. Кожна рама забезпечена зубцями, вирізаними з товстого листа металу. На довгих сторонах рами довжина зуба дорівнює 8 см, на коротких сторонах зуби у напрямку до опорної осі поступово коротшають. При замиканні приладу зуби однієї рамки входять у проміжки між зубами іншої. На осі, що з'єднує обидві рамки, розташовані три сильні пружини. На кожній рамі є ручка для відкривання приладу. До кутів рами прикріплені ланцюжки, які кріпляться до спускового механізму. Вони утримують прилад в розкритому стані.

Прилад в розкритому вигляді опускають на мотузці в зарості рослин. За допомогою посиленого вантажу пружини спрацьовують, рама замикається і вирізає співтовариство рослин (площа 1/6 м<sup>2</sup>). Прилад рекомендується використовувати у спільнотах занурених рослин і рослин з плаваючим листям.

Для відбору проб фітомаси та обліку кількості рослин використовуються зарослечерпателі Т.Д.Слепухіной (1976), Н.І.Кашкіна (1957), В.І.Бут і Н.В.Бут (1980). Певний шар в заростях можна вирізати за допомогою спеціальних «очеретяних» ножиць (Вовк, 1948). З заростей пасткового типу для відбору проб рослин застосовують зарослечерпателі І.В.Старостіна (1958) і Н.Н.Жігаревой (1979).

Найбільш точні кількісні збори водних рослин на великих глибинах отримують за допомогою водолазної техніки. Паралельно проведені збори морських донних макрофітів за допомогою дночерпателей дали результати в 1,5 разів нижче в порівнянні з даними, отриманими аквалангістами (Калугіна-Гутник, 1975).

## **6.1 Опис і картування рослинності**

При картуванні та описі рослинності досліджуваного водойми оперують такими поняттями: генеральна сукупність і вибірка. У разі описи рослин якої-небудь водойми або його окремих частин (затоки, відрізка ріки та ін.) Генеральною сукупністю є вся рослинність цієї водойми або його ділянки. Вибірка в даному випадку - опис або збір рослин на ряді пробних майданчиків.

Перед початком роботи з опису та картування рослинності водойм необхідно попередньо ознайомитися з літературними, картографічними та іншими матеріалами про об'єкт дослідження (Катанське, 1981). Для початку необхідно зробити рекогносцирувальний об'їзд водойми (або його частини) на човні, по берегу на автомобілі, щоб познайомитися з характером розподілу рослинності і основними рисами їх кордонів. При таких об'їздах ведеться щоденник, куди заносяться відомості про закономірності розподілу рослинних угруповань, їх складі, екологічних



умовах; робляться окомірні замальовки розподілу спільнот. При роботі рекомендується користуватися інструментами для збору рослин - грабельками, якірцями і драгами.

При детальних дослідженнях складається повна характеристика рослинності водойми з виділенням і класифікацією одиниць рослинності, особливостями їх складу, екології, розміщення в межах водойми або займаної площі. Складається детальна карта розподілу рослинності в усьому водоймі або тільки на окремих його ділянках.

На невеликих водоймах використовуються будь-які засоби пересування по воді, а при роботі на великих водоймах - моторний човен або катер. Час від часу необхідно виходити на берег для знайомства з типом заростання мілководній частині.

Велику допомогу при геоботанічних роботах на водоймах і картировании рослинності надають аеровізуальні спостереження і аерофотознімання (Белавская, 1961; Корелякова, 1977). При використанні легкої водолазної техніки дані якісних і кількісних підводних зборів виходять більш точними, ніж при роботі з човна. Більш докладно методика обмеження рослинності та її картування викладено в роботах А.П.Белавской (1979) і В.М.Катанской (1981).

Для графічного зображення розподілу рослинності у водоймі і визначення площі заростання окремими рослинними співтовариствами, необхідно мати великомасштабні карти або плани з нанесеними на них глибинами. Для сильно зарослих ділянок водойми необхідно мати великомасштабні плани, на які можна нанести фітоценози, що займають невеликі площі.

При складанні картосхем можна обмежуватися нанесенням тільки добре видимої прибережної рослинності. Необхідно нанести межі де знаходяться під водою угруповання рослин. Для виявлення їх необхідно використовувати відповідні інструменти та прилади.

Складання картосхеми розподілу співтовариств можна проводити з човна, вимірюючи відстань і протяжність різних типів рослинності мірним шнуром. Біля берега і на березі обміри проводяться рулеткою або мірною стрічкою. Картіруємий ділянку за допомогою буїв чи віх розбивають на квадрати, в межах яких на картосхему наносяться контури рослинних угруповань. Картування рослинності проводиться також за допомогою аерофотозйомки.

На найбільш характерних по заростання ділянках водойми прокладаються профілі, трансекти, на яких виробляється опис та облік рослинності. Це дозволяє встановлювати ширину (в межах трансект) виростання рослинності. Ширину поясів рослинності, а також фітоценозів визначають по мітках на шнурі. Ці матеріали використовуються при складанні картосхем заростання водойми.

Прокладка профілів і трансект здійснюється за допомогою мірного шнура. Розмітку шнура зручно робити ганчірочками або прапорцями різного кольору. Необхідно мати на увазі, що шнури (в тому числі і синтетичні) з часом розтягуються, тому їх періодично треба заново вимірювати. Для опису плаваючої і донної рослинності використовують шнури з карабінами, до яких кріпляться поплавці з легкого пофарбованого яскравими фарбами матеріалу.

На невеликих водоймах (ставки, річки, невеликі озера) розтяжка шнура проводиться з берега на берег. На великих водоймах шнур розтягується на що заростає мілководді трохи далі межі поширення рослин. Розтяжку шнура найкраще робити з води на берег.

Якщо мілководді велике і ширина смуги рослинності тягнеться більш ніж на 250 м, робиться кілька перекідок шнура. Обидва кінця в цьому випадку зміцнюються на буюх.

Кількість профілів, яке потрібно прокласти в тому чи іншому водоймищі для кількісного обліку та картування рослинності, залежить від характеру заростання водоймища і його розміру. У водоймах з малоізрезанною береговою лінією, що не відрізняються великою різноманітністю біотопів і рослинності, можна обмежитися прокладанням одного-двох профілів.

У водоймах зі складною береговою лінією і у великих водоймах з великою кількістю біотопів кількість профілів може бути значно більше, причому прокладаються вони в найбільш характерних місцях.

При оформленні картосхем розподілу прибережно-водної рослинності, для позначення наносяться на неї різних одиниць рослинності (асоціацій, груп асоціацій, формацій) користуються умовними значками (рис. 9). Багато дослідників використовують власні значки і штрихування. Надводні рослини зазвичай позначаються вертикальними лініями з різними доповненнями до них; плаваючі - вертикальними лініями з кружечками листя і т. д. Виробити умовні позначення для всіх рослин неможливо. Рідкісні види можна позначати цифрами, буквами або довільними значками.

За картосхеми визначається площа, зайнята рослинністю у водоймі, а також площа окремих її спільнот.

Для глазомерної оцінки заростання водойми можна використовувати схему (Starmach, 1954).

- 1 - незначна - від 1/100 до 1/50 поверхні - 1-2%;
- 2 - невелике - від 1/50 до 1/10 поверхні - 3- 10%;
- 3 - середнє - від 1/10 до 1/5 поверхні - 11-20%;
- 4 - велике - від 1/5 до 1/3 поверхні - 21 - 35%;
- 5 - дуже велике - від 1/3 до 1/2 поверхні - 36 - 50%;
- + 5 - заростання надмірне, рослинністю вкрито понад 50%

поверхні.

Опис рослинності проводиться на облікових майданчиках різного розміру. Кількість і розмір облікових майданчиків для визначення чисельності, проективного покриття та інших елементів структури фітоценозу залежить від стану травостою, його однорідності та інших ознак.

Опис фітоценозів виробляється на пробних площах розміром близько 100 м<sup>2</sup>, зазвичай у формі квадрата 10 x 10 метрів. Пробні площі закладаються в найбільш характерних місцях виділеного рослинного співтовариства з більш-менш однорідними екологічними умовами. Межі пробних площ іноді

встановлюються на око, позначаючи їх по виділяється рослинам, а більш точно за допомогою вимірювання сторін квадрата жердиною, рулеткою, мірним шнуром. Фрагменти спільнот описуються цілком.

При геоботанічному описі фітоценозу на пробній площі зазначається: загальний стан фітоценозу, його фізіономічно, флористичний склад, розмаїття видів, особливості розміщення їх по площі (рівномірно, смугами, плямами, групами і т.д.). Вказується ярусність, висота рослин в ярусах, проективне покриття, життєвість, Фенологічне стан.

У бланку опису наводиться також характеристика умов зростання рослин: глибина водойми біля кордонів спільноти, температура води, механічний склад донних відкладень. Відзначається ступінь впливу людини і тварин на фітоценоз.

При описі фітоценозу наводиться його видовий склад; рослинам, назви яких дослідник не знає (або сумнівається), дається умовна назва. Надалі воно визначається в лабораторних умовах за гербарного екземпляру.

Значення виду в фітоценозе визначається приналежністю до певної життєвої форми, станом популяції, його великою кількістю і зустрічаємостю. Велика кількість виду в співтоваристві - його кількість, яка може бути виражене різними показниками: числом особин на одиницю площі; масою органічної речовини, виробленої видом; простором займаним особами виду (Понятовський, 1964). Так що, велика кількість виду - це ступінь його участі в фітоценозе (по числу особин, проективному покриттю, масі та ін.).

Для оцінки чисельного достатку особин окремих видів існує ряд шкал, з яких найчастіше використовується глазомерная шкала Друде (Drude, 1913). У цій шкалі ступінь достатку того чи іншого виду позначається балами (словами або цифрами).

Шкала оцінок великої кількості видів по Друде:

Soc. (sociales) - 6 (рослини рясні, утворюють фон, зникаються); Cop.3 (copiosae) - 5 (рослин дуже багато);

Cop.2 - 4 (рослин багато);  
 Cop.1 - 3 (рослин досить багато);  
 Sp. (sparsae) - 2 (рослини в невеликих кількостях, вкраплення);  
 Sol. (solitariae) - 1 (рослини поодинокі);  
 Un. (unicum) - + (зустрічаються поодинокі екземпляри);  
 Gr. (gregarius) - гр. (рослини зустрічається групами); це позначення ставиться поряд з категорією достатку.

Список рослин з відмітками великої кількості видів по Друде називається кваліфікованим списком.

Під об'ємним кількістю рослин (ступінь заповнювання товщі води їх стеблами і листям) мається на увазі відношення суми обсягів просторів, займаних даним видом до всього обсягу товщі води, займаному спільнотою. Об'ємне велика кількість виражається у вигляді функції покриття і висоти рослинності по відношенню до площі і глибини біотопу.

Для обчислення об'ємного великої кількості рослин використовується наступна формула:

$$V = \frac{\sum v h \Sigma p}{n S}$$

де:  $v$  - обсяг, пронизаний розгалуженнями кожної рослини;  
 $V$  - об'єм води над тією ділянкою дна, який зайнятий спільнотою;  
 $h$  - середня висота рослин;  
 $n$  - середня глибина води в тому місці, яке зайняте спільнотою;  
 $\Sigma p / n$  - середня величина площі проекції рослин на дно;  
 $S$  - площа всього біотопу;  
 $\sum v / V$  - об'ємне велика кількість;  
 $h / n$  - відносна висота рослинності;  
 $\Sigma h / nS$  - середня величина покриття на різних рівнях.

Об'ємне велика кількість кожного виду рослин залежить від багатьох факторів, і в першу чергу, від часу вегетаційного періоду.

Чисельність (густота, щільність) визначається підрахунком кількості рослин або їх пагонів (у кореневищних рослин) на одиницю площі. Такий підрахунок здійснюється на облікових майданчиках 0,5 м<sup>2</sup>.

Густота виду в співтоваристві визначається виміром відстаней між основами окремих екземплярів одного або різних видів на майданчику (метод відстаней, метод промірів).

Площа покриття, або проєктивне покриття - площа горизонтальних проєкцій рослин на поверхню ґрунту (дна) і виражається у відсотках від поверхні пробної площі, яка приймається за 100%. Розрізняють загальне проєктивне покриття, ярусное покриття і проєктивне велика кількість - проєктивне покриття окремих видів. Істинне покриття - це площа дна, зайнята підставами стебел рослин (Понятовський, 1964; Воронов, 1973).

Визначення проективного покриття проводиться за допомогою квадратної рамки площею 0,5 або 1,0 м<sup>2</sup> з натягнутою масштабної сіткою через кожні 10 см. Проективне покриття визначається також за допомогою найпростіших пристосувань - сіточки, дзеркальної сіточки і масштабної вилочки (Раменский, 1937).

Проективне покриття визначається і глазомерно. При маршрутних дослідженнях цей спосіб знаходить широке застосування.

Зустрічальність видів, що визначається як відсоток пробних майданчиків, на яких зустрінутий даний вид, від загального числа майданчиків, закладених в фітоценозе, висловлює сумарний результат обліку рівномірності розподілу виду і його достатку (Понятовський, 1964). Іншими словами, зустрічальність - це частота знаходження виду на пробних майданчиках. Вона визначається шляхом реєстрації всього флористичного складу на кожного облікового майданчику, закладеної на пробної площі фітоценозу. Розмір облікової площадки коливається від 0,1 до 1,0 м<sup>2</sup>, а їх кількість - 25-50 і більше. Зустрічальність обчислюється у відсотках з відношення кількості облікових майданчиків, на яких зустрінуто рослина, до загальної кількості облікових майданчиків.

Життєвість - це ступінь пристосованості виду в фітоценозе.

Розрізняються наступні ступені життєвості виду (Воронов, 1973):

3 а - вид в фітоценозе проходить повний цикл розвитку, нормально розвивається, цвіте і плодоносить;

3 б - вид в фітоценозе проходить всі стадії розвитку, але не досягає звичайних розмірів;

2 - вегетативний розвиток нижче нормального, рослина не плодоносить, проте здатність цвісти і плодоносити не загубили;

1 - вид пригноблений, вегетирует слабо, насінне поновлення не відбувається.

Обсяг рослини визначають шляхом його занурення у вимірювальний посудину і обчислення обсягу витісненої ним води.

Наступним етапом вивчення прибережно-водної рослинності - це опис асоціацій. Для досить однорідною площі заростання водойми найчастіше застосовується метод трансект, про який вже говорилося вище. При описі прибережно-водної рослинності вирізається смуга шириною 0,2 - 1 м під прямим кутом до берегової лінії до нижньої межі проростання рослин. Описуються тільки ті рослини, які своєю підставою потрапили в трансект.

Закладка дослідних майданчиків при описі водних рослин не вкладається в якусь загальну схему, оскільки дослідник на місці вирішує про їх розташування. Велике значення при цьому має конфігурація берегової лінії, глибина проростання рослин, прозорість води та інші фактори, що визначають розподіл рослин. Методика опису рослинності,

закладки та опис майданчиків і трансект досить повно висвітлені в роботі В.М. Понятовський (1964).

Опис рослинного співтовариства дає можливість віднести його до тієї чи іншої асоціації. Асоціація - основна одиниця класифікації фітоценозів. Найменування асоціації дається зазвичай по бінарної номенклатури: перше слово складається з родового назви домінуючого виду з додаванням до його кореня закінчення «etum», а друге - з родового назви содомінанти з додаванням закінчення «osum». За панування декількох видів дається назва одного роду. Іноді дається видову назву домінуючого виду. Більш простий спосіб найменування полягає в перерахуванні видів, що домінують в асоціаціях. При цьому знак (-) відокремлює види різних екологічних угруповань (ярусів), а знак (+) об'єднує види одного угруповання.

## **6.2 Гербаризація прибережно-водної рослинності**

Для уточнення видового складу і збереження прибережно-водних рослин їх необхідно гербаризувати. Гербарій (від лат. Herba - трава) - колекція спеціально зібраних і засушених (зазвичай в папері під пресом) рослин. Гербарій має важливе значення не тільки для вивчення систематики рослин, а й для ознайомлення з флорою того чи іншого регіону та проведення наукових досліджень. Засушені і забезпечені етикеткою рослини є документом, який не можна замінити ні малюнком, ні самим точним описом. Методи гербаризації рослин, у тому числі прибережно-водних, описані в монографії А.К. Скворцова (1977).

При зборі рослин для гербарію необхідна картонна папка розміром 35 x 50 см або 40 x 50 см, папір (газетний, обгортковий, фільтрувальна) складена вдвічі (розмір аркуша 45 x 60 см) і копалка для викопування рослин.

Збір рослин найкраще проводити в ясну суху погоду. Найбільш зручним часом для цього вважається 10-11 годин. Рослини, що збираються для колекції, повинні бути сухими, без слідів роси або дощу (для наземних рослин). На лист кладуть 1-2 примірника великих рослин і по 10-12 дрібних, з таким розрахунком, щоб лист був повністю зайнятий ними.

Для складання гербарію збирають по 2-3 екземпляри нормально розвинених рослин, без пошкоджень, з квітками і, по можливості, з плодами, корінням та іншими підземними органами. Тобто, в гербарії мають бути представлені всі частини рослини - коренева система або система кореневищ, підземні і приземні освіти, всі типи вегетативних НЕ квітучих пагонів, всі яруси стебла і листя квітучого пагона (квітки, плоди, насіння) і зимуючі органи. Якщо рослина дводомна або неполно- дводомна

(органи іншої статі присутні в недорозвиненому стані) треба збирати обидва типи під різними номерами.

Якщо рослини одного і того ж виду, виростаючи в різних умовах, кілька видозмінюються, то його беруть у всіх варіаціях.

Значення тих чи інших органів для морфологічного і таксономічного дослідження може бути різним. Так, наприклад, у осок велике значення мають підземні органи, у зонтичних - плоди, у гвоздикових - зрілі насіння.

Рослини з повітряними стеблами і листям, що піднімаються над водою, зростаючи зазвичай на невеликих глибинах, викопуються за допомогою різних знарядь - ножів, лопат, копалок, грабель або вириваються руками.

Викопавши рослину, потрібно обтрусити або відмити ґрунт. Свіжозібране рослини укладаються на аркуші паперу і гербарних папку, по можливості рівномірно. Невеликі рослини можна розташовувати по декілька екземплярів на одному аркуші. Великі рослини необхідно різати на частини і розміщувати на декількох аркушах. У великих рослин доводиться вирізати деякі частини і класти кілька сегментів кожного типу органів так, щоб було видно сліди штучного видалення. Наприклад, у цикути - частина зрізу кореня, кілька листів, частина парасольки.

Якщо рослина високе, але не дуже гіллясте, його стебло слід перегнути кілька разів під тим чи іншим кутом, щоб вся рослина вмістилося на одному аркуші. Стебла слід перегинати під кутом, а не згинати їх дугою, щоб не створити помилкового враження про такому характері їх зростання.

По відношенню до кожного збираються увазі потрібно орієнтуватися в його мінливості і збирати екземпляри, що представляють середній, найбільш характерний для даної популяції тип. Не рекомендується брати обламані, поїли або пошкоджені, пригноблені і хворі рослини.

На гербарних аркушах рослини розміщують так, щоб було видно розташування листя на стеблі, нирок, бутонів, квіток і плодів, а також була видна нижня сторона листа.

Тонкі і ніжні рослини (наприклад, рдести) кладуть під водою на лист щільного паперу і розправляють їх. Потім папір обережно виймають за один край з води і поміщають в папку. Якщо це з якоїсь причини не можна зробити прямо на місці збору, то рослину поміщають в поліетиленовий пакет і переносять на експедиційну базу. На базі рослини викладають в кювети з водою і кладуться на лист щільного паперу. Вийнявши лист з налиплим на нього рослиною, дають воді стекти, відсмоктують зайву воду шматком фільтрувального паперу і складають у гербарних папку. Деякі автори рекомендують перед розкладкою загорнути водні рослини в матерію.

Зібрані рослини можуть знаходитися в папці від декількох годин до однієї доби. Зазвичай папір в папці швидко відволожуються і її необхідно змінювати на свіжу.

Рослини, зібрані під час екскурсії, постачають робочої етикеткою. На ній позначається місце збору, умови місцеперебування рослини, співтовариство, ступінь поширення виду (одиночно, групами, рідко і т.д.), дату збору та прізвище зібрав. Докладні записи можна робити в щоденнику, а рослина постачати етикеткою з номером.

Сушка рослин представляє одну з важливих операцій при складанні гербарію, так як від неї значною мірою залежить якість гербарію. Для сушіння потрібен достатній запас сухого паперу, прокладки, якими перешаровуються листи з рослинами при укладанні під прес. Функція прокладок двояка: вирівнювати тиск під пресом і поглинати воду, що виділилася з рослини в процесі сушіння.

Грубі рослини треба класти на поверхню складеного листа, а не всередину його. Рослини з м'ясистими частинами слід відокремлювати від інших кількома порожніми аркушами (прокладками). М'ясисті соковиті рослини перед сушінням опускають на деякий час (від декількох секунд до 5 хвилин) в окріп або пропрасовують гарячою праскою. Бульби, цибулини і кореневища розрізають уздовж і теж обваривають окропом. Рослини з ніжними і швидко в'януть частинами слід класти на фільтрувальний папір, ретельно розправивши їх. Великі квітки повинні бути розкриті. Для отримання найкращих результатів рекомендується покласти на розправлені квітка шар вати або складений в чотири рази шматок фільтрувального паперу.

Сушать рослини в ботанічному пресі. Прес складається з двох рамок 35 x 45 см, з натягнутою на них дротяною сіткою. Щоб рослини при сушінні не деформувалися, вони повинні бути правильно спресовані. Для хорошого пресування необхідно правильно, рівномірно укласти рослини, прокласти достатню кількість прокладок, знайти оптимальну ступінь стягання преса. Товщина стопки з рослинами повинна бути рівномірною.

Сітки (преси) вивішуються на відкритому повітрі, краще на сонці і добре провітрюваних місцях. У пресах рослини висихають протягом 5-7 днів. У перші два дні сушки рослин папір замінюється сухий 1-2 рази на день. На ніч папки необхідно прибирати в приміщення.

Закінчення сушки визначається по зникненню живого зеленого кольору. Щоб визначити, висохли рослини чи ні, досить підняти їх з гербарного листа. Невисохлі рослини обвисають, тоді як висохлі стають пружними.

Висушені рослини переносяться на чисті Гербарні листи розміром 42 x 30 см і забезпечуються чистовими етикетками, написаними тушшю або чорнилом. На них повинні бути наступні дані: установа, кому належить



гербарій, сімейство, рід, вид рослини, автор, географічне положення місцевості, місцепроживання рослини (ліс, луг, болото), рельєф, субстрат (пісок, скеля і т.п.), ступінь поширення (одиначно, рідко, рясно), прізвище з ініціалами того хто зібрав і визначав рослини. Етикетка із заповненими відомостями є науковим документом. Розмір етикетки різний, але найчастіше вживаються 10 x 7 см, 14 x 9 см або 12 x 10 см. Етикетка звичайно міститься в правому нижньому краю гербарного листа. Для наклеювання слід користуватися казеїновим клеєм.

## 7 БІОМАСА І ПРОДУКЦІЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ

Визначення первинної продукції, в тому числі і створюваної прибережно-водною рослинністю, є однією з центральних завдань гідробіології. Це пов'язано з тим, що створюване рослинами органічна речовина, так само як і в наземних спільнотах, є перопоїщею для всіх гетеротрофних організмів.

У прибережжя (літоралі) основна маса органічної речовини продукується прибережно-водними рослинами. А в невеликих і мілководних водоймах (ставках рибоводів, невеликих річках, озерах та водосховищах) продукція, створювана водною рослинністю, порівнянна з продукцією фітопланктону, а іноді і перевищує її.

Перш ніж перейти до конкретного розгляду методів визначення біомаси та продукції прибережно-водної рослинності необхідно уточнити термінологію цих понять, оскільки часто фахівці для одного і того ж поняття використовують абсолютно різні терміни: «урожай», «фитомасса», «рослинна маса»,

«Продуктивність», «продукція» та ін. (Распопов, Белавская, 1973).

Міжнародний союз біологічних наук (International Union of Biological Sciences) розробив широку програму досліджень біологічної продуктивності біоценозів суші і водойм. Для керівництва цими дослідженнями була створена Міжнародна біологічна програма (International Biological Programme). Для уніфікації застосовуваних у сучасній літературі термінів і понять в 1966 році термінологічний комітет Міжнародної біологічної програми затвердив поняття, які стосуються первинної продукції.

Біомаса - маса живої речовини, накопичена в екосистемі до даного моменту часу на певній площі.

Біомаса рослин (синонім - фитомасса) - маса живих і відмерлих рослин, але зберегли своє анатомічна будова до даного моменту часу на певній площі.

Максимальна біомаса - біомаса рослин, що досягається в пік розвитку рослинного співтовариства в даний вегетаційний сезон.

Структура біомаса - співвідношення підземної та надземної частин рослин, а також однорічних і багаторічних, фотосинтезуючих і нефотосинтезуючих частин рослин.

Ганчір'я - відмерлі частини рослин, які зберегли механічну зв'язок з рослиною.

Опад - кількість надходить в співтовариство мертвого органічної речовини рослин. Зазвичай цей термін використовується для надземних

органів рослин, тоді як для відмираючих підземних органів застосовують термін отпад.

Підстилка - маса багаторічних відкладень рослинних залишків різного ступеня мінералізації.

Приріст - маса організму або співтовариства організмів, накопичена на одиниці площі за одиницю часу.

Істинний приріст - відношення величини приросту до величини опаду за одиницю часу на одиниці площі.

Первинна продукція - кількість органічної речовини, створюване автотрофами на одиницю площі за певний проміжок часу.

Загальна, або валова первинна продукція - загальна кількість органічної речовини, створюване автотрофами в процесі фотосинтезу на певній площі за певний проміжок часу. Цю величину ще називають валовим фотосинтезом.

Чистий первинна продукція - кількість органічної речовини, створюване автотрофами в процесі фотосинтезу на одиницю площі за певний проміжок часу, за вирахуванням його деякої кількості, витраченого продуцентами на підтримку життя (при диханні).

Абсолютно чиста первинна продукція - кількість органічної речовини, синтезованої автотрофами на одиниці площі за певний проміжок часу за вирахуванням втрат, пов'язаних з підтриманням життя продуцентів, відмерлих органів, споживанням рослин та їх частин різними гетеротрофами.

Швидкість біологічного кругообігу - проміжок часу, протягом якого хімічний елемент проходить шлях від поглинання його живим речовиною до виходу зі складу живої речовини.

Вивчення продуктивності прибережно-водних рослинних угруповань в даний час будується в основному на визначенні рослинної маси ваговим методом в період їх максимального розвитку. Максимальна біомаса рослин умовно прирівнюється до їх річної продукції. Ці величини, як показали дослідження, не завжди збігаються, тому що річна продукція може перевищувати максимальну біомасу, причому різниця між ними іноді значна (Распопов, 1973; Белавская, 1979).

Для кількісного обліку водної рослинності, насамперед, необхідно визначити видовий склад біоценозу, виявити характер розподілу рослин по площі і ступінь заростання водойми. Необхідно встановити екологічні особливості виростання домінуючих рослин (Распопов, 1962).

Перед початком робіт, так само як і при описі рослинності, необхідно провести рекогносцировку берегової зони водойми і детально вивчити (поки тільки попередньо) виростає там рослинність. На карту наносяться зовнішні кордони проростання рослин. Райони відбору проб відзначаються кілками, мотузками (якщо ділянки великі) або квадратної рамкою (якщо

менші). Потім проводиться опис угруповань рослинності; для цього користуються Геоботанічними методами і прийомами (див. вище). Приклади опису прибережно-водної рослинності є в ряді робіт (Богачов, 1950; Екзерцев, 1960; Белавская, 1969; та ін.).

Для початку вибирається найбільш характерна пробна майданчик (близько 100 м<sup>2</sup>), на якій і визначається біомаса рослин (Уніфіковані методи ..., 1976). Для відбору проб повітряно-водної рослинності, що виростає біля берега або на незначній глибині, використовуються ті ж знаряддя, що і для наземних рослин, - ножиці, ніж, серп, коса з укороченою ріжучою частиною, граблі та ін. (Рис. 4; см . главу

«Інструменти для збору та обліку ...»). Такий спосіб відбору проб отримав назву - метод «укошу». Рослинність з плаваючим листям, а так само занурені у воду рослини (до глибини 70-80 см), вириваються руками.

Один з основних методів збору біомаси - метод пробних майданчиків (метод квадратів). Суть методу полягає в тому, що проби (укуси) для визначення біомаси беруться в найбільш типових місцях описуваної рослинності з 0,25 до 1,0 м<sup>2</sup>. Для обмеження пробної площадки використовується квадратна або прямокутна рама. Для рослин з плаваючим листям рекомендується брати укуси з площі 2-4 м<sup>2</sup>. Для густого однорідного спільноти (наприклад, очерету) досить 0,5 або 0,25 м<sup>2</sup>. Необхідна повторність і розміри майданчиків у кожному конкретному випадку визначаються складністю і густотою рослинного співтовариства і особливостями його складання.

Для обмеження укисні площі використовується дерев'яна або легка металева рама (рис. 5). Викошувати і вибираються всі рослини, підстави яких потрапили в обмежений рамкою простір. Кількість повторностей варіює від 3 до 5-10, в залежності від типу співтовариства (Екзерцев, 1958). Облікові площадки невеликого розміру беруться в більшій кількості; те ж саме має місце і в різнорідних спільнотах. У спільнотах з розріджені травостоєм рекомендується

брати кілька облікових майданчиків в різних його частинах більшого розміру, в межах 1,0 м<sup>2</sup>. Незалежно від того, яка площа пробного ділянки, всі рослини, що знаходяться на ньому і їх підземні частини повинні бути зрізані або викопані.

Взяття укусів на глибинах перевищують 1-1,5 м, з викошування рослин косою, здійснюється з човна. При зрізанні рослин косою працюють вдвох: один косить, а другий вибирає скошені рослини. Скошені рослини, наскільки це можливо, відмиваються від бруду, очищаються від обростувачів і сортуються по групах. Кожен укис забезпечується етикеткою і реєструється в щоденнику.

Для збору зануреної рослинності на відносно великих глибинах використовуються різні гідробіологічні знаряддя - дночерпатели різних

конструкцій, скребки, драги, а в деяких випадках водолазна апаратура (рис. 6, 7). Якщо для відбору проб на біомасу використовуються зарослечерпателі різних конструкцій, у яких площа захоплення дуже мала, необхідно виробити таку кількість опускань (відбір проб),

щоб ними була покрита площу не менше 0,25 або 0,5 м<sup>2</sup>. Одне опускання приладу з невеликою площею захоплення не дає надійних результатів.

Модифікацією методу майданчиків є метод трансект, сутність якого полягає в тому, що облік рослин проводиться зі смуги певної ширини (від 0,2 до 1 м) під прямим кутом до берегової лінії до відкритої частини водоймища. Смугу обмежують розміченими по всій довжині мотузками, і вибирають всі рослини, що потрапили в цей простір (Распопов, 1962, 1969; Екзерцев, 1966;

Екзерцева, 1971).

На великих глибинах укоси можна брати, занурюючись у воду в легнях водолазних костюмах або з аквалангами. При цьому застосовується пофарбована в білий колір металева рама. Рослини вибирають руками і складають у мішок. Перешкодою при зборі рослин є легка взмучуваність донних відкладень. Незважаючи на це, такий спосіб взяття укосів на великих глибинах дає більш надійні результати в порівнянні з іншими способами відбору проб.

Відстань між трансект залежить від величини водойми, від ступеня рівномірності виростання рослинності і завдань дослідження. Облік та відбір проб ведеться послідовно, починаючи з прибережжя і закінчуючи останнім метром проростання рослин, наприклад:

1. прибережна зона (проводиться опис рослинних угруповань та відбір проб);
2. 0 - 5 м - зона земноводних рослин, глибина 0,5 м, ґрунт - торф'янистий мул (далі проводиться опис рослинних угруповань та відбір проб);
3. 5 - 25 м - зона високих водних рослин (очерет, рогіз та ін.), Глибина 0,1-1 м, ґрунт - торф'янистий мул (проводиться опис рослинних угруповань та відбір проб) і так далі.

При остаточній обробці матеріалу складається карта розподілу рослинності, встановлюються характерні типи рослинних угруповань, і дається аналіз їхнього місцеперебування у водоймі і визначається біомаса рослин (Уніфіковані методи ..., 1976; Методика вивчення біогеоценозів ..., 1975).

Методика обліку біомаси прибережно-водних рослин різна для повітряно-водних рослин, рослин з плаваючими і зануреними листям і вільно плаваючими рослинами (Распопов, 1962; Белавская, 1975).

Для отримання достовірних результатів біомаси використовують ті ж статистичні методи, що і в геоботаніці, з урахуванням біологічних особливостей водних рослин, особливо занурених.

Біомасу прибережно-водної рослинності оцінюють за трьома показниками (Воронов, 1973): вага свіжою, щойно зрізаною маси, повітряно-сухої і абсолютно сухої маси.

Зелені частини рослин після зрізування швидко втрачають воду, тому для визначення маси свіжої рослинності, зважування здійснюють відразу ж. Водну рослинність обсушують фільтрувальним папером і зважують. Отримують величини біомаси в сирому вигляді.

Вага повітряно-сухої маси залежить від вологості повітря і способу висушування (у тіні, на сонці) і особливостей місць зберігання. Тому результати можуть сильно відрізнятись.

Третій спосіб (абсолютно суха вага) вимагає сушки зразків у сушильній шафі і швидкого зважування, поки зразки не всотали вологу. Абсолютно-суха вага досягається висушуванням рослин в сушильній шафі при температурі 1050С протягом доби. Потім рослини охолоджують в сушильній шафі або поліетиленових мішках. Зважування проводять відразу ж, так як сухі рослини можуть

«Набрати» з повітря до 10% вологості.

Залежно від експериментальних задач використовуються всі ці три способи обліку водної рослинності, проте останній метод є найбільш кращим, тому що дозволяє порівнювати результати, отримані різними авторами.

Перед сушінням зібраний матеріал попередньо добре споліскують або промивають під струменем води, щоб очистити від мулу, епіфітів і тварин. Загальна вага такого побічного матеріалу іноді може перевищувати вагу самих рослин. Потім рослини розбирають за видами, поміщають в поліетиленові мішки і перший час зберігають у холодильнику при температурі близько 50С, або заморожують.

На поверхні рослин часто осідають карбонати кальцію і магнію, які можуть становити 50% і більше сухої ваги рослин. Для видалення карбонатів зібрані рослини (якщо їх кількість невелика) або наважку (у разі великих кількостей) обробляють 3-5% розчином соляної кислоти. Потім рослини промивають водою і знову висушують в термостаті до абсолютно сухої ваги. По різниці ваги визначають кількість обложених карбонатів. При подальших розрахунках біомаси рослин вводять відповідну поправку.

Біомаса водної рослинності виражається в одиницях ваги на одиницю площі (г / м<sup>2</sup>, кг / м<sup>2</sup>, ц / га) з включенням в цю величину (або навпаки винятком) підземних органів. Знаючи площі окремих асоціацій та їх біомасу, можна розрахувати запас рослинної маси на весь водойму.

Складніше йде справа з відбором кількісних проб підземних органів рослин, так як багато хто з них досягають значної глибини. Приміром, очерет - до 1 м, хвощ - 80 см, образки і вахта трилистий - 70 см, осока дерністий - 60 см.

Аналіз кореневої системи має велике значення при визначенні біомаси, так як у багатьох рослин (таких як рогіз, очерет, кубушки, латаття) підземні органи можуть перевищувати наземні по біомасі в кілька разів. Так, відношення підземних частин у рогозу вузьколистого до надземної частини становить 2,5: 1, рогозу широколистого та тростини - 1: 1, а у очерету озерного 9: 1 (Гаєвська, 1966). У сформованих спільнотах підземні органи (корені, кореневища) складають 50-100% біомаси рослин. Однак необхідно мати на увазі, що вони накопичуються протягом ряду років, тому не можуть становити великої частки в загальній річній продукції (Вестлейк, 1968). За іншими даними близько половини підземної маси відростає за один вегетаційний сезон. Звідси випливає, що фітомаса і вік підземних органів повинні вивчатися паралельно при визначенні загальної продукції.

В умовах осіннього обсихання або спаду вод (особливо у водосховищах), підземні органи викопують так само, як і у наземних рослин. Для цього беруть моноліти ґрунту певного розміру, підземні частини відокремлюють з узятих проб механічно або промиванням в системі сит.

Вестлейком (1968) запропоновані три методи визначення фітомаси підземних органів.

1. Витяг рослини. Рослина викопується й аналізується коренева система. Для більшості рослин з густим переплетенням кореневищ даний метод неприйнятний. Застосовується він у тих випадках, коли можна виділити кореневища однієї рослини.

2. Метод дрібних монолітів. Циліндр діаметром кілька сантиметрів заганяється в ґрунт. Вміст циліндра витрушує, живий матеріал розбирається, і його маса розраховується на певну площу. При використанні цього методу необхідно відбирати велику кількість зразків, щоб можна було отримати достовірні результати. Така техніка відбору зразків придатна для вивчення росту рослин з густим переплетенням коренів.

3. Метод великих монолітів (викопування квадратів).

Вибирається найбільш зручний майданчик (наприклад, 0,5 x 0,5 м). З площі квадрата викопуються до необхідної глибини всі рослини разом з підземними органами. Цей метод дає меншу помилку, ніж метод дрібних монолітів. До того ж у ході розбирання можна проводити спостереження за ростом підземних органів. Основний недолік - це трудомісткість; доводиться аналізувати великий об'єм ґрунту.

Враховуючи, що коріння у деяких рослин поширюються дуже глибоко, тому попередньо проводять спеціальні дослідження; визначають глибину, на якій знаходиться 80-90% кореневої маси, яку і викопують. Потім в результати вводять відповідні поправки.

Для отримання порівнянних результатів біомасу рослин переводять в одиниці органічної речовини або вуглецю з тим, щоб можна було перейти до вираження її в енергетичних величинах (в Міжнародній системі одиниць СІ 1 кал = 4,19 Дж, а 1 Дж = 0,24 кал). Один грам сухої речовини відповідає приблизно 0,4 г вуглецю. Калорійність водних рослин, обчислена по вуглецю, становить 4,3-4,8 ккал / г вуглецю (Westlake, 1965).

Слід враховувати, що калорійність водних рослин змінюється залежно від видової приналежності, фенологічної фази розвитку; калорійність окремих частин рослин також розрізняється. У кубушки жовтої, наприклад, калорійність плаваючого листа становить 3,8 ккал / г, черешків - 3,3, а плодів - 4,1 ккал (Кокін, Носов, Біла, 1981). Найбільша калорійність відзначається навесні й на початку літа з поступовим її зниженням до осені. Крім того, значення енергетичного еквіваленту для різних видів рослин можуть істотно різнитися: так, для горця земноводного та очерету - 4,2 ккал / г, рдеста, Елоді, хвоща - 3,3-4,0 ккал, Хара, мох, нитчатки мають більш низький енергетичний еквівалент - 1,2-2,9 ккал. У жорсткій прибережній рослинності калорійність дещо нижчий, ніж у рослин, що мешкають безпосередньо у воді.

Для рутинних досліджень для визначення калорійності використовується наступне рівняння (Хабібулін, 1977):  $Y = 0,0422X$ ,

де: Y - калорійність сухої речовини (ккал / г),

X - відсоток органічної речовини в пробі (%).

Таким чином, за змістом беззольного органічної речовини в пробі можна швидко визначити калорійність рослини. Однак необхідно мати на увазі, що зольність різних частин одного і того ж рослини може сильно відрізнятись. Плаваючі листя кубушки жовтої містять 91% органічної речовини, плоди - 96%, тоді як черешки і квітконіжки - 77-79% (Кокін, Носов, Біла, 1981).



## 8 ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗВИТОК ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН

Інтенсивність розвитку водних рослин залежить від багатьох факторів, і в першу чергу - прозорості і температури води, вмісту у водоймі біогенних макро- і мікроелементів, газового складу вод, величини рН та ін. У цій главі ми розглянемо вплив деяких з них на розвиток і розподіл рослин в товщі води.

Прозорість води. Світло є необхідною умовою існування всіх фотосинтезуючих організмів, у тому числі і прибережно-водної рослинності. Сонячні промені, що падають на водну поверхню, частково відбиваються від неї, інша частина, заломлюючись, проникає вглиб. Кількість відбитого світла залежить від висоти сонця, тобто, від кута, під яким сонячні промені падають на водну поверхню.

Коли сонце перебуває в зеніті (кут падіння променів 00) і сонячні промені падають прямовисно на водну поверхню, в воду проникає близько 98%, а відбивається тільки 2% всієї радіації. При зменшенні кута падіння до 300 відбивається 25% радіації. Якщо сонце знаходиться на горизонті, і промені утворюють майже прямий кут з нормаллю до водної поверхні, вони майже повністю відбиваються від неї. Якщо водна поверхня порушується хвилюванням, відображення падаючої радіації зростає (Давидов, Дмитрієва, Конкіна, 1973). У всіх випадках світловий день під водою значно коротший, ніж на суші.

У водному середовищі світловий потік піддається ослабленню за рахунок виборчого поглинання і розсіювання світлових променів. Ослаблення світла відбувається по-різному в короткохвильовій і довгохвильовій областях сонячного спектра. Довгохвильова радіація (інфрачервоні, червоні і помаранчеві промені) інтенсивно поглинається в поверхневих шарах води, а сині і фіолетові промені, розсіюючись, проникають на значну глибину (табл. 3).

Як видно з наведених даних, навіть в чисто не забрудненої домішками воді, червоно-помаранчева область спектра поглинається майже повністю.

Основна частина проникаючого в воду сонячного світла поглинається молекулами води, розчиненими і зваженими в ній речовинами. Найбільша перешкода до проникнення світла у водну товщу надають розчинена органічна речовина, насамперед водний гумус, мінеральні частинки і планктонні організми.

Водойми, в які надходять болотні води, мають коричневе забарвлення і низьку прозорість (найчастіше не більше 1 метра). Значний вплив на поширення світла надає поверхневий стік, який приносить у водойму різні зважені речовини, особливо при паводках. Прозорість води сильно

знижується при розвитку планктонних організмів, особливо при цвітінні водоростей.

Світлові умови у водоймі змінюються протягом доби і по сезону. Взимку льодовий покрив і сніг на ньому сильно позначаються на світловому режимі водойм. Однак при невеликому сніговому покриві освітленість під льодом часом буває достатня для вегетації водної рослинності, в тому числі і фітопланктону.

В гідробіологічних дослідженнях прозорість води визначають піранометра; визначають кількість надходить в товщу води сонячної енергії (виражається в калоріях на одиницю поверхні за певний час). При рутинних дослідженнях - за допомогою дуже простого приладу диска Секкі (названий по імені вперше використав його в 1865 р італійця А.Секкі); характеристикою прозорості служить глибина, на якій стає невидимим білий диск діаметром 30 см.

У більшості водойм нашої країни прозорість води не перевищує 2-4 м (по диску Секкі) і тільки в деяких з них - значно більше. Так, в озері Байкал прозорість досягає 40 м, в Іссик-Куль (Киргизія) - 20 м, в оз.Телецькое - 22, в оз.Севан (Вірменія) - 21 м, у багатьох Альпійських озерах - 16-20 м.

В озерах і водосховищах з прозорістю 1-2 м (по диску Секкі) на глибину один метр проникає не більше 5-10% сонячної радіації, глибше 2 м

- Від неї залишаються тільки десяті частки відсотка. У деяких водоймах, зокрема, Рибінському водосховищі, близько 80% сонячної радіації поглинається в 10 сантиметровому шарі, а на глибині 70 см - всі 100% (Рутковська, 1961). Максимальне проникнення світла в воду спостерігається в період між 10 і 14 годинами.

Прибережно-водні рослини самі впливають на світловий режим літоральній зони водойм. Масовий розвиток рослин з плаваючим листям (німфейних) і плаваючі на поверхні води ряски сильно затінює воду. Погіршення світлових умов відзначається і в заростях прибережних рослин (очерету, рогозу та ін.), Особливо в період активного їх зростання.

Як би там не було, в прибережжя сонячного світла буває цілком достатньо для росту рослин. Навіть під льодом освітленість достатня для вегетації водних рослин; в зимовий час фотосинтез становить 10-20% від літніх значень (Бондарева та ін., 1973).

У зв'язку з жорсткими світловими умовами водні рослини живуть на невеликих глибинах, в межах декількох метрів. Однак при великій прозорості водойми вони проникають значно глибше, до 8-11 м (Кокін, 1982).

Більшість занурених рослин відноситься до Тіньлюбні флорі, максимально використовує порівняно невелика кількість світла. Досліди

показали, що компенсаційна точка знаходиться в середньому на глибині між 2-3 метрами, а оптимум фотосинтезу - між 1-2 м.

Залежно від інтенсивності фотосинтезу занурених рослин товщу води в прибережжя ділять (Кокін, 1982) на три шари:

- Верхній (зона пригнічення фотосинтезу у поверхні),
- Середній (зона оптимального фотосинтезу),
- Глибокий (зона світлового лімітування фотосинтезу).

Температура водойм. Термічний режим водойм визначається їх географічним положенням, завглибшки, особливостями циркуляції водних мас і багатьма іншими факторами. В першу чергу, температура води залежить від кількості сонячної радіації, у зв'язку з ніж носить зональний характер. Як правило, з просуванням з низьких широт у високі, водойми стають більш холодними і менш термостабільними, особливо в поверхневих шарах (Константинов, 1979).

Залежно від температурного режиму водойми ділять на чотири типи (Березина, 1973):

1. Тропічні водойми, для яких найбільш характерна постійно висока температура при незначних сезонних коливаннях. Різниця між температурою поверхневих і глибинних вод невелика;
2. Водойми помірних областей, які характеризуються різкими сезонними коливаннями температури. Різниця між температурою поверхневих і придонних вод значна, особливо в глибоких водоймах;
3. Полярні і високогірні водойми, які характеризуються низькими температурами води протягом усього року;
4. Гарячі джерела і водойми, широко поширені у вулканічних областях.

Тропічні і полярні водойми характеризуються відносно стабільними температурами, хоча в одному випадку - високою (до 28-35°C), а в іншому - низькою (в межах 4°C). До водоймищ другого типу відносяться більшість водойм нашої країни.

Поверхневий шар води влітку завжди більш теплий, ніж глибинний, взимку - навпаки. Перехід від більш до менш нагрітих верств часто відбувається не поступово, а стрибкоподібно, і між ними утворюється шар так званого температурного стрибка, або термоклин. Розшарування води на теплі і холодні називається температурної стратифікацією. Розрізняють пряму стратифікацію, коли більш нагріті шари лежать ближче до поверхні (влітку), і зворотну стратифікацію, коли з просуванням в глиб температура трохи підвищується (взимку).

Залежно від температурного розшарування водні маси ділять на епілімніон (шар води, що знаходиться вище температурного стрибка), металімніон (шар самого стрибка) і гіполімніон (шар води, що знаходиться під металімніоном).

Восени поверхневий шар води охолоджується (відповідно підвищується її щільність) і в результаті вертикальної циркуляції водних мас відбувається їх перемішування; температурні градієнти вирівнюються. Такий стан називається гомотермія. Триваюче похолодання призводить до зниження температури верхніх шарів води, в результаті - утворюється лід.

Навесні з таненням льоду відбувається підвищення температури верхніх шарів води. Це призводить до весняної циркуляції водних мас і чергового вирівнювання температури (весняна гомотермія). З подальшим підвищенням температури починається літній прогрів поверхневих шарів води.

Інтенсивні хвильові процеси та перебігу порівняно швидко вирівнюють температуру у верхніх шарах водойми; термоклин при цьому швидко розмивається. Літній перемішування вод найчастіше не торкається температуру нижніх холодних шарів водойми. До такого типу відносяться майже всі водойми нашої країни.

Існує інша термінологія, в основі якої лежить циркуляція вод (Хатчінсон, 1969):

1. Озера, в яких циркуляція вод здійснюється двічі на рік-діміктіческіе;
2. Тропічні озера, в яких циркуляція відбувається один раз на рік, взимку при температурі вище  $4^{\circ}\text{C}$ , - теплі мономіктіческіе;
3. Полярні озера з літньою циркуляцією при температурі нижче  $4^{\circ}\text{C}$  - холодні мономіктіческіе;
4. Озера, цілий рік вкриті льодом (в Антарктиді) - аміктіческіе.

Температура води має великий вплив на інтенсивність фотосинтезу і поширення рослин у товщі води. Оптимальними для розвитку прибережно-водної рослинності є теплі та помірні води. У теплих водах (тропіки, субтропіки) вегетація водних рослин триває практично цілий рік. У помірних широтах з різкими річними коливаннями температури води вегетація рослин починається відразу ж після звільнення водойми від льоду. Однак ріст рослин через низьких температур води відбувається досить повільно. Фенологічний сезон розвитку рослин багато в чому залежить від температурних умов.

У прибережно-водних рослин в осінній період після дозрівання плодів спостерігається відтік поживних речовин з надземних органів у кореневища, де вони запасуються, забезпечуючи початок вегетації наступного року.

Зі зниженням температури вегетація рослин припиняється, а з настанням холодів відбувається їх відмирання. Однак такі рослини, як

елодея, мохи, уруть, ситняг, полушнік продовжують вегетувати і під льодом.

Восени частина видів (рдести, уруть) опускаються на дно. Деякі рослини змінюють свої морфологічні особливості. Так, роголістнік в літній період має тонкі і подовжені листя, тоді як взимку вони стають грубіше і коротше.

Багато рослин (уруть, басейн, гідрілла, пухирчатка, рдести та ін.) Утворюють пристосування - зимуючі нирки (синоніми - туріони, геми, гібернакули), які допомагають їм пристосовуватися до несприятливих умов середовища. Вони являють собою укорочені пагони з сильно скрученими листям. Зимуючі бруньки відокремлюються від материнської рослини і опускаються на дно. Навесні вони дають початок новим рослинам. У тропічних видів таких утворень немає.

Деякі рослини залежно від температурних умов мають різний тип розмноження. Так, телорез в північній частині ареалу розповсюдження розмножується тільки вегетативно, а у південній - вегетативно і статевим шляхом. Це пов'язано з тим, що чоловічі особини, як більш чутливі до температури, вище широти 550 не виростили; жіночі особини витримують більш низьку температуру, і мешкають між 550 і 680 північної широти. Безсумнівно, вегетативний тип розмноження в цьому випадку пов'язаний з відсутністю в північних широтах статевого партнера.

Підвищення температури води у водоймах-охолоджувачах теплових електростанцій впливає на розвиток в них прибережно-водних рослин. Відбувається збільшення біомаси водоростей, подовжується термін їх вегетації, з'являються теплолюбні види. Так, на ряді водойм-охолоджувачів відзначена поява *Vallisneria spiralis*, яка раніше там не зустрічалася (Шкорбатов та ін., 1976; Ваулин, Зубарева, 1979).

## 8.1 Основні елементів мінерального живлення

Азот є найбільш важливим елементом живлення рослин. Від його кількості залежить продуктивність рослин, як на суші, так і у водоймах. У процесі кругообігу азоту в природі він переходить з однієї форми в іншу.

Газоподібний азот, у величезній кількості знаходиться в повітрі, рослинам недоступний, а з великої розмаїтості сполук азоту, що зустрічаються в середовищі, вони можуть використовувати для харчування в основному мінеральні форми цього елемента. Тому перетворення сполук азоту в середовищі вимагають детального розгляду.

У природі азот зустрічається у відновленій формі у вигляді аміаку і аміних груп в органічній речовині, в молекулярній формі і в цілому ряді окислів - від закису азоту до нітратів. У процесі кругообігу азоту в природі

він переходить з однієї форми в іншу. У цих процесах беруть участь різні групи мікроорганізмів. Вони здатні здійснювати не тільки окислювальні реакції, але і відновні (Горленко, Дубініна, Кузнецов, 1977).

Зміст окремих форм азоту у водоймах сильно змінюється протягом року і залежить не тільки від споживання його організмами і мінералізації органічної речовини, але й надходження ззовні (Кузнецов, 1970). У природних водоймах вміст азоту наступне: аміак - зазвичай не перевищує 0,1 мг / л, нітрити - 0,001-0,01 мг / л, нітрати - 0,01-0,5 мг / л. Влітку концентрація нітратів складає соті частки міліграма в одному літрі води, а восени і взимку піднімається до декількох десятих часток мг / л, що пояснюється розкладанням відмерлих організмів і невеликим їх споживанням рослинами. При надходженні у водойми побутових забруднюючих речовин кількість різних форм азоту різко підвищується - до 100 мг / л.

Для оцінки якості води необхідно знати концентрацію трьох сполук азоту - аміаку, нітритів і нітратів. Форми азоту не тільки індикатор, що дозволяє судити про забруднення вод і ступеня їхньої мінералізації, але й токсичності. Високі концентрації цих сполук негативно впливають на організм тварин і людини.

Мікробіологічні процеси, пов'язані з кругообігом азоту у водоймі, можна розбити на три основні групи (Горленко, Дубініна, Кузнецов, 1977):

1. Процеси фіксації вільного азоту, що ведуть до збагачення водойми пов'язаним азотом;
2. Процеси, пов'язані з перетворенням одних форм азоту в інші;
3. Процеси, що ведуть до збіднення водойми зв'язаним азотом.

Фіксацію атмосферного азоту здійснюють свободноживущие мікроорганізми в аеробних і анаеробних умовах. Фіксувати вільний азот в більшій чи меншій мірі можуть мікроорганізми, що володіють набором ферментів гидрогеназой, і здатністю до фотосинтезу або хемосинтезу.

Атмосферний азот фіксується бактеріями *Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizobium*, синьо-зелених водоростей (= ціанобактеріями) та іншими мікроорганізмами. Фіксований азот в подальшому використовується рослинами, (перетворюючись на рослинний білок); тварини, поїдаючи рослини, перетворюють його в тваринний білок і т.д. (Мішустін, Ємцев, 1987).

Багато синьо-зелених водоростей здатні фіксувати вільний азот. До групи азотфіксаторов відносяться одноклітинні і нитчасті водорості з сімейства *Nostocaceae*, багато видів пологів *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Calothrix*, *Scytonema*, *Gloeotrichia*, *Trichodesmium*, *Microcystis*, *Lyngbya*, *Plectonema*, *Gloeocapsa* та ін. Фіксація вільного азоту синьо-зелених водоростей здійснюється на світлі.

Синьо-зелених водоростей у водоймах представлені дуже широко; вони ведуть планктонний і бентосний спосіб життя, входять до складу перифітона, тому фіксація азоту з повітря ними може досягати в природних водоймах значних величин (Горленко, Дубініна, Кузнецов, 1977).

Водна рослинність являє собою поверхню, на якій здійснюється ріст мікроорганізмів-азотфіксаторов. Так, *Azotobacter* і *Clostridium* були виявлені в слизу на поверхні стебел і листя стрілолиста, рдестов, рогозу, очерету, які часто домінують по масі у водоймах. Фахівці висловлюють думку про симбіозі азотобактера з водною рослинністю, вважаючи, що рослини виділяють у середу метаболіти, які стимулюють ріст азотфіксаторов.

Ще одним місцем проживання азотфіксуючих бактерій є ґрунти. Кількість мікроорганізмів у них багато в чому залежить від трофності водойми. Чим вище трофність, тим більше в илах органічної речовини, а це позитивно позначається на чисельності бактерій-азотфіксаторов.

Синьо-зелених водоростей можуть бути фіксаторами азоту в симбіозі з вищими рослинами. У водного папороті *Azolla*, що росте на поверхні стоячих водойм, ціанобактерії (*Anabaena azollae*) знаходяться в порожнинах листя. Накопичення азоту в результаті симбіозу *Anabaena* і *Azolla* становить близько 300 кг / га в рік. Азолла росте на поверхні затоплених рисових полів і може при належній агротехніці повністю задовольнити потребу рису в азоті.

Подібний симбіоз спостерігається між печеночнікі (*Blasia pusilla*, *Anthoceros punctatus*, *Peltigera*) і ціанобактерій *Nostoc* (Г.Шлегель, 1987).

При відмирання рослинних і тваринних організмів та їх метаболітів (в результаті розкладання білків) у водоймах накопичується аміак ( $\text{NH}_3$ ) та інші сполуки. Цей процес називається амоніфікації. Білки розкладаються аеробними і анаеробними гетеротрофних амоніфікуючими бактеріями (в основному *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*), актиноміцетами, грибами. Особливо активні в цьому процесі представники сімейства *Pseudomonadaceae* роду *Pseudomonas*, сімейства *Bacillaceae* родів *Bacillus* і *Clostridium*, сімейства *Enterobacteriaceae* роду *Proteus*.

При аеробному розпаді білка основними кінцевими продуктами цього процесу є  $\text{CO}_2$ , аміак, сульфати і вода.

В анаеробних умовах при розпаді білка утворюється аміак, аміни,  $\text{CO}_2$ , органічні кислоти, меркаптани, індол, скатол і сірководень.

Деякі з цих сполук мають неприємний запах. Таким чином, при анаеробному руйнуванні білка можуть утворюватися токсичні сполуки, які нерідко викликають пригнічення розвитку рослин.

Аміак надалі піддається окисленню нітрифікуючими бактеріями і перетворюється на з'єднання азотної кислоти (нітрити та нітрати). Цей процес називається нітрифікація.

Процес нітрифікації здійснюється двома групами бактерій. Бактерії роду *Nitrosomonas* здатні окисляти аміак до нітритів, а бактерії роду *Nitrobacter* окисляє нітрити до нітратів. Енергія, що виділяється при окислюванні аміаку і нітритів, використовується бактеріями для асиміляції вуглекислого газу та інших процесів життєдіяльності.

### 8.3 Трофічна роль прибережно-водної рослинності

Прибережно-водна рослинність використовується в їжу тваринами різних систематичних груп - хробаками, черевоногих моллюсків, ракоподібними, комахами, рибами, птахами і ссавцями.

Водні рослини, як і рослинність суші, забезпечують енергією всі трофічні ланки харчового ланцюга літоральній зони водойм. Гідробіонти споживають не тільки прижиттєві частини рослин, а й відмерлі. Останні, крім того, розкладаються бактеріями, грибами і найпростішими, і разом з детритом утилізуються різними детритофагами.

В даний час значення і роль водних рослин в трофіці прибережних спільнот не викликає сумніву (Гаєвська, 1966), однак на початку ХХ століття існувала інша точка зору. Вважалося, що мешкають в заростях тварини, використовують їх тільки в якості середовища проживання, а безпосередні трофічні взаємини при цьому вкрай незначні. Висловлювалося навіть думка, що заміна рослин на скляні структури тієї ж форми і поверхні, не зробить істотного впливу на структуру прибережних біоценозів. При цьому основним фактором, що визначає видове різноманіття і чисельність населення заростей, є ступінь розчленованості листкової поверхні водних рослин.

Однак подальші дослідження, спростували це помилкова думка. Сумарна поверхня водних рослин, безсумнівно, має великий вплив на мешкають там тварин, проте, їх роль як продуцентів органічної речовини має значення не тільки в трофіці літоралі, а й усього водойми в цілому. Прибережно-водні рослини є важливим елементом харчового ланцюга, так як немає видів, які б не використовувалися в їжу тими чи іншими водними організмами.

У монографії Н.С.Гаєвской (1966) представлений узагальнений матеріал про трофічній ролі прибережно-водної рослинності. У даній главі наведено деякі витяги з цієї книги.

Автор відзначає 314 видів водних і болотно-водних рослин, які споживаються водними тваринами, і вважає, що ці величини є применшення. Зареєстровані рослини належать до трьох екологічним



угрупованням: 1) рослини занурені у воду; 2) рослини, плаваючі на поверхні води; 3) напівзанурені у воду рослини. В останню групу включені не тільки рослин, коренева система яких знаходиться у воді, а й рослини, сирих і надмірно зволжених місць.

Встановлення видового складу кормових рослин дає необхідні дані для освітлення якісної сторони досліджуваної проблеми. Однак цього ще недостатньо для того, щоб характеризувати значення рослин у харчуванні тварин. Для цього необхідно знати і кількісну сторону цього процесу, виділити рослини, широко використовувані в харчуванні, і рослини, які грають у трофіці водних тварин більш скромну роль. Необхідно встановити які частини рослин поїдаються, і висвітлити вплив тварин в процесі харчування на структуру рослинних угруповань. На жаль, ми не маємо можливості розглянути всі ці проблеми, ми їх тільки позначаємо, щоб студенти - майбутні дослідники звертали на це свою увагу.

Значення окремих груп водних рослин у харчуванні тварин неоднаково. Є значна кількість видів рослин, які служать основою харчування для багатьох видів водних тварин. Разом з тим виявлена нечисленна група рослин, що включає і деякі масові види з широким географічним поширенням, які в живому вигляді слабо включаються в трофічний цикл водойм. Між цими крайніми групами є рослини, що займають проміжне положення.

У зоні заростей крім трофічних взаємовідносин між рослинами і тваринами, існують і інші, не менш важливі - використання рослин як середовища існування, субстрату для відкладання яєць, як укриття і будівельного матеріалу. Таким чином, рослина має бути багатофункціональним, щоб задовольняти потребам тварин. Адже личинка, що вийшла з яйця, відкладеного на рослину, як правило, залишається на ньому жити і харчуватися.

З прибережно-водними рослинами пов'язане життя багатьох сотень різних організмів (Пашкевич, Юдін, 1978). Так, із заростями очерету мають харчові зв'язку 85 видів різних тварин (безхребетних і хребетних). У їжачоголівника число таких зв'язків досягає 65. Рогоз широколистий трофічески пов'язаний з 56 видами, рогіз вузьколистий - з 16, частуха подорожникова - з 34, стрілолист - з 25 видами. Винятково різноманітні харчові контакти водних організмів з чагарниками рдестов. З рдестом плаваючим трофічески пов'язаний 51 вид тварин, з рдестом блискучим - 35, з рдестом пронзеннолістною

- 34, з рдестом гребінчастим - 19. Біомаса тварин в заростях рдестов в порівнянні з іншими рослинними співтовариствами найвища; досягає 500 г / м<sup>2</sup> і більше.

Не менше значення для тварин мають і інші занурені і плаваючі рослини. Уругтю харчуються 53 види тварин, роголистником

- 42, гречкою земноводної - 29, ряска - 24 (Пашкевич, Юдін, 1978).

Активними споживачами водних рослин є паразитичні нематоди (Nematoda), міновані листя, стебла, коріння, кореневища рослин і харчуються їх тканинами. Нематоди руйнують клітини рослин міцним порожнистим стилетом, через який висмоктують їх вміст. Стилет служить і для пересування нематод всередині тканин рослин. Деякі з рослиноїдних нематод, наприклад види роду *Heterodera*, занурюють в тканини рослини передній кінець свого тіла, інша частина залишається зовні. У галових нематод роду *Meloidogyne* самки проникають в рослини, утворюючи галли, клітинами яких вони харчуються. Нематоди мешкають в різних біотопах і характеризуються широкими харчовими уподобаннями; немає таких рослин, якими б вони не харчувалися.

Молюски (Mollusca, Gastropoda) складають істотну частину населення внутрішніх водойм. Більшість з них мешкає в прибережжя серед водної рослинності. У заростях вони дуже часто домінують по біомасі, ходячи по чисельності поступаються більш дрібним організмам. Пік розмноження і великої кількості червононогих молюсків припадає на літо, співпадаючи з масовим розвитком макрофітів.

Молюски є всеїдними (споживають тварин, рослини і розкладаються організми), але все ж віддають перевагу рослинній їжі; обгризають зелені і розкладаються тканини рослин, соскабливають з них мікрородості. Розмножуються червононогі молюски на водних рослинах, відкладаючи на них великі кладки яєць, покриті студенистою оболонкою. Личинок у молюсків немає, з яєць виходять маленькі (близько 1 мм) равлики, що вже мають раковину. Вони харчуються перифітоном, а коли підростають переходять на харчування живими рослинами.

Роль молюсків в харчуванні водними рослинами неоднакова. Одні з них (*Melanopsis dufouri*, *Limnaea stagnalis*, *L. columella*, *Galba palustris*, *Radix pereger*) поїдають живі рослини, в інших (*Radix ovata*, *R. auricularia*, *R. lagotis*, *Physa acuta*) - у харчуванні переважають відмерлі частини (опад), а живі як би є додатковою їжею. У третіх - в раціоні переважають обростателі - перифітон.

При харчуванні разлагаючимися компонентами рослин велике значення мають знаходяться там бактерії, гриби і водорості, які підвищують калорійність цього виду їжі. Молюски в деяких випадках споживають перифітон, нитчасті водорості, мул, а також алохтонні матеріал - листя дерев і чагарників.

У молюсків спостерігається вибіркоче ставлення до різних видів корму. Улюбленими рослинами для більшості молюсків є рдеста, ряска, частуха, стрілолист, далі йдуть телорез, незабудка болотна й ін. У той же час деякі молюски відкидали Елоді, їжачоголівник, водокрас. Роголістник і

деякі інші рослини одними молюсками поїдалися охоче, іншими відкидалися.

Далеко не у всіх випадках з'ясовано позитивне і негативне ставлення молюсків до тих чи інших рослин. Безсумнівно, ступінь механічної доступності тканин для радули відіграє важливу роль у вибірковості. Вважається, що споживання молюсками рослин багато в чому залежить від механічних властивостей їх тканин; тварини в першу чергу поїдають ті рослини, які піддаються дії радули і щелеп. Мабуть, також мають значення і такі фактори, як харчові якості рослин, наявність захисних хімічних сполук, запахи та інші особливості рослин. Деякі рослини дуже часто бувають інкрустовані скоринкою вапна. Це теж позначається на їх поєдаємості. Незважаючи на те, що молюски в більшості своїй є рослиноїдних, тваринна їжа (найчастіше трупи) є необхідною в їх харчуванні.

Прудовик звичайний (*Limnaea stagnalis*) поїдає близько 40 видів прибережно-водних рослин, що відносяться до 20 родин. Виходячи з анатомії і морфології ротового апарату і травної системи, цей молюск пристосований до харчування як м'якими, так і жорсткими рослинами. Відмирають частини рослин є одним з головних харчових компонентів прудовиків в природних умовах. Прудовики у водоймах активно поїдають стрілолист, рдести, ряску, телорез, водяну сосонку. Однак, ряд широко поширених видів (таких як латаття, кушир, гречка земноводних, елодея) практично не споживалися. У той же час в лабораторних експериментах прудовики з водойм Підмосков'я поїдали всі ті рослини, які відкидалися ними в природних умовах. Так що поєдаємость рослин багато в чому залежить від умов їх зростання. Допускається, що ці рослини у водоймах містять речовини, що роблять їх непридатними для харчування (Ціхон-Луканіна, 1987).

Котушки (*Coretus corneus*, *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis*, *Anisus vortex*, *Gyraulus albus*) добре поїдають ряску, причому це м'яке і ніжне рослина завжди домінує в їх раціоні. Трохи менше споживаються рдести, незабудка болотна, гречка земноводних, роголістник, елодея, тоді як їжачоголівник абсолютно не використовується в їжу. Ці молюски (особливо молодь) значною мірою є детритофагами; мул, водорості, що розкладаються рослинні залишки складають основу раціону. При їх відсутності ці молюски починають споживати живі рослини.

Фізи (*Physa fontinalis*) з Рибінського водосховища поїдають зелені нитчасті водорості і водну рослинність (рдести, турча, многокоренник та ін.).

Живородки (*Viviparus contectus*) є детрито- рослиноїдних молюсками; вони споживають мул, водорості, тканини водних рослин і алохтонні рослинний матеріал. В експериментах живородкі активно споживали

рдести, телорез, незабудки, турча болотну, і в той же час відкидали Елоді, роголістник, кубушку, гречка земноводних, частуху, водокрас, їжачоголівник.

Таким чином, різні види моллюсків мають свої харчові пристрасті. Улюбленими є рослини з м'якими і ніжними листям; жорсткі і інкрустовані вапном рослини споживалися значно гірше. Проте, не можна не враховувати і ступінь механічної доступності цих рослин для моллюсків, харчові якості, запах та інші захисні пристосування.

Серед нижчих ракоподібних (Entomostraca) харчування живими водними рослинами відзначено у листоногі рачка - всеядного щитня (*Apus cancriformis*) і ракушкових ракоподібних (остракод). Щитні поїдають молоді листки водних рослин. Відзначені випадки масового розвитку щитня в рисових чеках, де він, поїдаючи проростки рису, завдає великої шкоди посівам.

Остракоди володіють гризучим апаратом, поїдають не тільки жорсткі нитчасті водорості (*Cladophora*), а й листя водних рослин. Вони соскабливають м'які тканини аркуша, залишаючи недоторканими одні тільки жилки. Деякі види в масі розвиваються ранньою весною в заплавах часових водоймах; перший час вони поїдають опале листя, а надалі переходять на харчування тканинами водних рослин.

З представників рівноногих ракоподібних (*Isopoda*) - рослиноїдних є водяний ослик - *Asellus aquaticus*. Основною їжею цього виду є мертві частини рослин (в тому числі опале листя дерев), а з живих - ряска, мохи, болотник. Такий характер харчування обумовлений приуроченістю цього ракоподібного до прибережжю - біотопу опалого листя, де він розвивається у великих кількостях.

З прісноводних *Amphipoda* найбільша увага приділяється вивченню харчування гаммаруса (*Gammarus pulex*), що значною мірою пов'язано з його культивуванням як корм для риб. Підкреслюється, що *G. pulex* є в основному рослиноїдних тварин. Відзначається переважання живих водних рослин у харчуванні цього рачка. В якості улюблених рослин вказуються ряска, роголістник, елодея, мохи. Дуже часто в кишечнику відзначається наявність пилку сосни, яка під час цвітіння дерев потрапляє у воду і осідає на рослинах. Відмерлі рослини відіграють значну роль у харчуванні гаммаруса лише при недоліку живих рослин.

Основою їжі поширеного в Європі гаммаруса *Carinogammarus roeseli* також є рослинна їжа (живі тканини рослин і опале листя).

Харчової спектр *Gammarus lacustris*, широко розповсюдженого у водоймах Європи та Азії, надзвичайно різноманітний; до його складу входять одноклітинні, нитчасті і харові водорості, мохи, ряска, уруть, роголістник. Вони споживають їх як у живому, так і в відмерлі вигляді (Козлов, Садчиків, 2002). У *G. Lacustris*, з озер Сибіру, значну частину

вмісту кишечника поряд з водоростями і детритом складають тканини водних рослин - ряски, Елоді, Хари, печеночнікі, сфагнуму, урути, пухирчатки та ін. Роль рослин у харчуванні гаммаруса особливо велика з жовтня по квітень ; в цей час вони активно поїдають і відмерлі частини жорсткої рослинності (очерет, рогіз, очерет). У літній час гаммарус поряд з рослинами споживає і тваринну їжу (губки, ракоподібні, личинки комах, черв'яки). Відзначалися випадки споживання гаммарусом мертвої риби в мережах.

Річкові раки (*Astacus astacus*) також харчуються виключно водними рослинами, хоча у свій час вважалось, що вони є зоофаги, а рослини є супутнім кормом. Основними кормовими рослинами є рдести, роголістнікі, стебла очерету, мохи, уруть. Вони використовують в їжу як живі, так і відмерлі рослини. Ротовий апарат річкових раків дозволяє споживати не тільки м'які пагони рдестов, жерухи, урути, мохів, а й рослини, інкрустовані вапном - роголістнік, харовиє, Елоді. Раки використовують у їжу і більше калорійні частини рослин - борошнисті кореневища німфейних, очерету, очерету, рогозу. Раки споживають відмерлі рослини в основному взимку. У цей час вони малоактивні, але періодично потребують прийомі їжі. Тваринна їжа зустрічається в шлунках раків досить рідко, в основному під час масового розвитку зообентосу. Раки збільшують споживання тваринної їжі (комахи, молюски, трупи) в періоди посиленого витрати енергії (під час спарювання, линьки, зростання молоді, після голодування).

Прісноводні креветки (*Leander modestus*, *Palaemonetes sinensis*, *Palaemon superbus*) з озера Ханка харчуються в основному залишками відмерлих рослин і детритом. Тваринна їжа складає лише невелику частину раціону. Ці ракоподібні є перспективними для акліматизації у водоймах як корм для риб.

Комахи становлять значну частину тваринного населення прісних водойм. За кількістю видів і біомасі комахи та їх личинки перевищують інші групи водних тварин. Життя значної частини комах пов'язана з прибережною рослинністю, серед якої вони розвиваються і якої вони харчуються.

Личинки одноденок (Ephemeroptera) нерідко займають домінуюче за масою значення в бентосі водойм. Більшість поденщин, що мешкають серед заростей водних рослин, є рослиноїдних - використовують у їжу живі рослини, рослинний опад і детрит. У *Cloeon dipterum*, *Ephemerella ignita*, *Heptagenia sulphurea*, *Blasturus cupidus* в кишечниках зустрічаються осоки, рдести, роголістнік, мохи, елодея, їжачоголівник та інші вищі рослини. У всіх випадках багато видів поденщин поряд з живими рослинами поїдають напіврозкладені листя і стебла багатьох водних рослин, перифітон і алохтонні листової опад. Тваринна їжа в кишечнику

личинки одноденок практично не зустрічалася. В експериментах поденки живих тварин відкидали, тоді як трупи дрібних тварин поїдали.

Равнокриліє хоботні - тлі (Homoptera) пов'язані з надводними частинами вищих водних рослин. Серед гомоптер не виявлено видів, які вели б справді водний спосіб життя, проте серед них є досить численна група гігрофільних видів, пов'язаних трофічними зв'язками з водними рослинами. У зв'язку з цим їх з повною підставою можна включити в склад населення заростей прісних водойм. Ці види можуть чинити істотний вплив на зарості прибережних рослин.

Багато видів гомоптер є фітофагами, висмоктують соки з тканин надводних частин рослин, причому багато з них використовують широкий спектр водних рослин, що належать до різних сімейств. Однак серед них є невелика група попелиць, які протягом значної частини їхнього життєвого циклу перебувають на підводних частинах рослин або ж у ґрунті. Є види, що мешкають на нижній поверхні листя латаття і на рясці. Швидко розмножуючись і утворюючи численні популяції, попелиці можуть чинити сильний вплив на водні рослини і динаміку продукування ними органічної речовини.

Більшість водних видів напівжорсткокрилих - клопів (Heteroptera) є хижаками. Рослиноїдні види серед них становлять виняток. З них три види (*Aelia acuminata*, *Eurygaster testudinarius*, *Eusarcocoris inconspicuus*) - типові гігрофіли. Вони широко поширені у водних біотопах і є споживачами молодих рослин, у тому числі і рису. Деякі види клопів, поряд з наземними рослинами, харчуються листям і насінням рогозу.

Н.С.Гаевская (1966) відзначає 117 видів жуків (жорсткокрилі, Coleoptera), що відносяться до 45 родів і 5 родин, що харчуються водоростями (112 видів водних і водно-болотних рослин). Ця група комах є однією з найбільш численних, що впливають на водну рослинність.

Багато видів сімейства плавунців - Dytiscidae (а це близько 2000 видів) є мешканцями зони заростей. Більшість плавунців є хижаками. Однак у дослідах ці жуки поряд з тваринною їжею споживають нитчатки (*Cladophora*, *Spirogyra*), роголістник, валліснерію, тоді як Елоді і уруть відкидали. Так що багато з плавунців є видами зі змішаним типом харчування.

Водолюби - Hydrophilidae, як і плавунці, є звичайними мешканцями зони заростей. Вони налічують близько 1700 видів. Дорослі харчуються в основному рослинами і детритом, а личинки ведуть хижий спосіб життя. Експерименти з великим водолюбом (*Hydrous piceus*) показали, що поряд з тваринною їжею він споживає маннік, роголістник і меншою мірою - валліснерію і частуху. Елоді і уруть не споживає, навіть за відсутності іншої їжі.

Велике сімейство листоїдів (*Chrysomelidae*) - цілком складається з рослиноїдних видів, більшість з яких олиго- або монофаги. З прибережно-водними рослинами трофічески пов'язані підродина - *Halticinae*, *Cassidinae*, *Chrysomelinae*, *Galerucinae*, *Donacinae*, *Criocerinae*.

Представники перших трьох підродин - мешканці боліт і сильно зволжених місць. Мешкаючи на болотних рослинах, вони активно поїдають їх. Личинки мають високу ненажерливість; на добу з'їдають рослин близько 170% маси їх тіла. Раціон у інших видів становить близько 250% маси їх тіла. Жуки зазвичай літають мало, в основному знаходяться на листі. За питаючимися личинками і жуками тягнеться шлейф рясних фекалій. Тварини засвоюють лише невелику частину з'їденого матеріалу. Вміст фекалій має зелений колір, що свідчить про надмірному споживанні їжі, а, відповідно, і великому впливі на рослинне співтовариство.

У підродина *Galerucinae* є види, що мешкають в озерах, ставках, водосховищах. В їх харчуванні переважне значення мають рослини з плаваючим листям; напівзанурені рослини мають підпорядковане значення. На листя відкладаються яйця, личинки і жуки харчуються листям того ж рослини; тут же відбувається окуклення.

Представники сімейства радужниц (*Donacinae*) виявляють різну ступінь пристосування до проживання у водному середовищі. Серед них є види, що мешкають на надводних частинах рослин і опускаються в воду тільки для відкладання яєць на підводні частини рослин; для дихання вони несуть бульбашка повітря на вкритій пушком черевної поверхні. Інші види у воду не входять і відкладають яйця на надводних частинах рослин. Поряд з цими існують види, імаго яких є справжніми водними мешканцями. Їх личинки використовують для дихання повітря з повітроносних порожнин рослин. Окуклення їх відбувається під водою.

Личинки радужниц, як правило, живуть у воді, на стеблах і листках рослин. Для кожного виду (жуків і личинок) кормовим служить, як правило, один і той же вид рослин.

Види радужниц на підставі споживаних рослин можна розподілити на чотири групи. До першої групи належать види, що харчуються напівпогруженном рослинами. Друга група включає види, що харчуються водоростями з плаваючим листям, у третю входять види, що харчуються зануреними у воду рослинами, і в четверту - види, що харчуються рослинами з двох або трьох названих вище груп.

Жуки живляться листям і пилком прибережно-водних рослин, причому ряд видів суворо приурочений до певних рослин. Так, *Donacia crassipes* мешкає на листках латаття і криївок; *D. clavipes* - на очереті;

*D. dentata* - на стрелолист; *D. versicoloria* - на листках рдестов; *D. semicuprea*

- На листках манника; *D. aquatica* - на осоці і Їжачоголівник; *D. tomentosa* - на листках сусака.

З багатого видами сімейства довгоносиків - *Curculionidae* значне число видів - типові мешканці прибережно-водних рослин, в тканинах яких вони розвиваються і заляльковуються. Імаго головним чином мешкають на підводних частинах рослин, а деякі - на плаваючих листках. У роботі Н.С. Гаєвської (1966) представлений список з 45 видів рослин, службовців їжею довгоносикам, і в першу чергу - стрілолист, рдести, уруть, осоки, очерет, ряска, гречка земноводних та ін.

Довгоносики поїдають головним чином підводні частини напівзанурених рослин, і тільки невелике число видів харчуються надводними частинами рослин і, зокрема, суцвіттями рогозу. Личинки більшості видів є мінерами, прокладають ходи в стеблах і кореневищах рослин і поїдають їх м'які тканини. Так, у роду *Vagous* личинки живуть у стеблах хвоща, телореза, манника; у роду *Hydronomus* - в частухе подорожникової; *Tanysphyrus lemnae* розвивається на рясці; *Grypus equiseti* - на хвоще; *Icaris sparganii* - на Їжачоголівник; *Phytobius comari* - на шабельника.

Двокрилі (*Diptera*) є одними з найчисленніших груп комах, що живуть у прісних водоймах. Личинки багатьох видів є мешканцями прибережних заростей, де служать кормом для багатьох риб.

Серед двокрилих виявлено 148 видів, личинки яких (а в деяких випадках і імаго) трофічески пов'язані з водними рослинами. Серед них близько 100 видів є облігатними фітофагами. Для двокрилих вказані 88 видів водних рослин, якими ці комахи харчуються. Найбільш багато представлені три сімейства: звонци *Chironomidae* - 71 вид, *Agromizidae* - 26 видів і береговушки *Ephydridae* - 22 види. Більш половина видів комах пов'язана в основному з полупогруженном рослинами. З рослинами, що мають плаваючі листя, і рослинами, цілком зануреними у воду, пов'язане набагато менше число видів двокрилих, відповідно 21 вид та 18 видів (Гаєвська, 1966).

Більшість личинок веде водний спосіб життя, і використовують у їжу ніжні і механічно доступні підводні частини напівзанурених рослин. Крім того, наявність у цих рослин надводних частин дозволяє дорослим комахою використовувати їх для посадки, відкладання яєць і т.д.

В одних видів личиночна стадія протікає в междоузліях рослин, де личинки поїдають паренхіму і судинні пучки. Їх діяльність призводить до утворення галлів, пожовтіння листя і зупинки росту. Інші мінують живі листя і стебла рослин, завдаючи їм серйозні ушкодження. Вони прокладають міни між двома епідермальними шарами листя, виїдаючи мезофилл. У міру зростання личинки, вони виїдають мезофилл і епідерміс на верхній стороні листа, залишаючи недоторканим епідерміс на нижній



стороні. Іноді виедання листової тканини буває настільки повним, що весь аркуш або його частина скелетують, залишаються тільки обгризені жилки. Личинки більшості видів за добу з'їдають їжі в 5-6 разів більше обсягу самої личинки.

Личиночна стадія заgonу ручейників (Trichoptera) пов'язана з водним середовищем і триває не менше року. Життя дорослої комахи дуже коротке, у деяких видів абсолютно ефемерна. Дорослі ручейники деяких видів втратили здатність до польоту. Таким чином, ручейники є більшою мірою водними, ніж наземними комахами. Личинки ручейників становлять істотну частину населення водойм і є кормовою базою для риб. Серед ручейників є велика група комах, які харчуються водоростями. Є відомості про поїданні близько 40 видів водних рослин, в основному занурених. У багатьох видів ручейників відзначений змішаний тип живлення; поїдають рослини, детрит, тварин. Інші харчуються в основному живими рослинами - рогозом, рдесника, мохом, німфейних, жовтцем, осоками, елодею, Кладофора, урутью та ін. Жорстка рослинність (рогоз, очерет та ін.) В їжу личинками ручейників не використовується.

Личинки в міру зростання піднімаються на стебла рослин, де і харчуються ними. Цей процес протікає до пізньої осені. У цей час вони починають харчуватися отмираючими листям. Взимку, під льодом, личинки переходять на харчування тваринами, відмерлими рослинами і детритом.

Рослини служать ручейника не тільки субстратом для харчування, а й - будівлі будиночків. У більшості личинок ручейників основною є рослинна їжа, тварини поїдаються в невеликих кількостях. Личинки ручейників, коли вони з'являються у великих кількостях, можуть чинити сильний вплив на зарості занурених рослин.

Метелики, або лускокрилі (Lepidoptera) - великий загін, все імаго якого і майже всі личинки (гусениці) наземні; лише невелике число видів мають водних личинок. Всі види водних гусениць мешкають в густих заростях водних рослин, харчуються зеленими частинами і часто будують собі пухкий трубчастий будиночок з шматочків листя. Вони мешкають на 78 видах рослин, в основному напівзанурених.

Гусениці, що споживають тільки надводні частини рослин, не відрізняються від їх наземних собратий, але, піддаючись час від часу дії води, вони проявляють до неї велику стійкість. Вони споживають очерет, рогоз, осоки та інші види прибережних рослин. Вражаючи тільки надводні частини рослини, в тому числі і органи розмноження, гусениці впливають на всю рослину в цілому.

Гусениці, які живляться як надводними, так і підводними частинами напівзанурених рослин, дихають атмосферним повітрям і, коли вони харчуються підводними частинами рослин, періодично піднімаються на

поверхню для поновлення повітря в трахеях або ж використовують його з повітряних порожнин рослин. Терміни перебування під водою у різних видів різні; у деяких вони обчислюються десятками хвилин.

Таким чином, у більшості видів *Lepidoptera*, гусениці яких пов'язані з напівзануреної рослинністю, головну роль у харчуванні відіграють жорсткі рослини: очерет, рогіз, очерет. Тут має широке поширення мінують спосіб життя. Гусениці, мінуючи стебла, а також кореневища, листя і коріння, харчуються не їх жорсткими зовнішніми тканинами, а внутрішніми, більш ніжними. Для того, щоб проникнути в них, гусеницях досить просвердлити в жорстких тканинах невеликий отвір. Харчова діяльність гусениць діє руйнівню не тільки на окремі рослини, а й на цілі зарості. Пошкоджені гусеницями рослини не витримують вітрового впливу і полегають.

Риб (*Pisces*), які споживають в тій чи іншій мірі рослини, ділять на три групи:

- Облігатні фітофаги. Прибережно-водні рослини в їх живленні займають виняткове або переважне значення;

- Всеїдні риби - еврифагі, у харчуванні яких вищі рослини мають рівне значення з тваринною їжею;

- Всеїдні риби, в харчуванні яких вищі рослини відіграють роль додаткового корму.

Необхідно відзначити, що кордони між цими групами риб в значній мірі є умовними.

До першої групи відносять сім видів риб з сімейства *Syrphidae*. Серед цих видів найбільш виражена форма облигатної фітофагії проявляється у білого амура - *Stenopharyngodon idella*. Його молодь на перших стадіях розвитку споживає дрібних планктонних тварин, а дещо пізніше - переходить до фітофагії; причому поїдає як занурені, так і наземні рослини. Дорослі особини є чисто рослиноїдних рибами. Амур здатний жити не тільки в прісній воді, але і в солонуватую - до 10-12 ‰.

Білий амур найкраще їсть рдести, роголистник, ряску, Елоді, мох, молоді пагони рогозу і очерету, і в той же час ряд рослин не використовуються ним в їжу. До таких рослин відносяться латаття, кубушка, їжачоголівник, гречка земноводних, водяний перець, водні жовтці, великі екземпляри рогозу, очерету, очерету. Однак є й інші відомості; білий амур здатний ламати високий очерет, смикаючи за опустилися в воду листя, і поїдати м'яку верхівкову частину стебла. Рогіз, м'якший, ніж очерет, розтріпується їм у підстави куща, а після падіння у воду поїдається цілком. Білий амур здатний харчуватися наземними рослинами під час високого стояння води і паводках.

У дослідах, проведених на ряді водойм-охолоджувачах теплових електростанцій, також спостерігалось вибіркоче ставлення білого амура до рослин. З 22 видів мешкали там прибережно-водних рослин в першу чергу

поїдалися рдест гребінчастий, роголістник, елодея, ряска, басейн, тонконіг болотний, рогіз, очерет. У той же час ситники, осоки, валліснерія, калла, горець земноводних, очерет і ряд інших рослин не поїдалися білим амуром (Веригін та ін., 1963; Нікольський та ін., 1979).

Білий амур володіє великою ненажерливістю; при харчуванні м'якою водною рослинністю (жабником, рдесника, роголистником, елодею, ряскою) добові раціони досягають 100-150% маси тіла риб. Білий амур має більш короткий кишечник порівняно з іншими рибами-фітофагами, тому, щоб задовольнити потребу в поживних речовинах, йому доводиться пропускати через травний тракт велику масу рослинності. Наприклад, довжина кишечника амура лише трохи більше ніж в 2 рази перевищує довжину тіла риби, тоді як у товстолобика вона перевищує довжину риби більш ніж в 10 разів. У підсумку, білий амур надає потужний вплив на зарості прибережно-водних рослин і втягує цей вид первинної продукції в трофічний цикл. Необхідно відзначити і те, що значна частина поглиненого амуром рослинного матеріалу, виділяється в слабо перевареному вигляді. За відомостями Н.С.Строганова (1963) в рибоводних ставках Підмосков'я кількість фекалій, що виділяються популяцією білого амура за сезон, досягало 700-1000 кг / га. Фекальні маси є хорошим харчовим компонентом і доступні для використання бентосними організмами, в тому числі і рибами. Це створює передумову для збільшення продукції багатьох кормових безхребетних, в першу чергу личинок комара-толкунца (мотиля) - цінної їжі для бентосних риб. Все це робить риб-фітофагів перспективними об'єктами штучного розселення і різноманітних форм господарського освоєння.

Висока ненажерливість дозволила використовувати білого амура в боротьбі з заростанням водойм, які мають різне призначення - рибоводних ставків, іригаційних каналів, водосховищ, дренажних систем, водойм-охолоджувачів теплових і атомних електростанцій.

Білий лящ (*Parabramis pekinensis*), чорний лящ (*Megalobrama terminalis*) і колючий гірчак (*Acanthorhodeus asmussi*) також переходять після личинкової стадії на споживання рослинної їжі. У будові травного тракту білого ляща є ряд рис, характерних для рослиноїдних риб; довжина кишечника складає 220-430% розміру тіла риб різного віку. Протягом життя білого ляща відбувається перехід від тваринної їжі до рослинної. З цим пов'язане збільшення довжини кишечника у міру зростання риби. Розмір кишечника колючого гірчака складає 580% довжини тіла. Основна його їжа - це водорості обростань і прибережно-водна рослинність. Тваринна їжа у цих видів риб наголошується в харчовому грудці вкрай рідко.

Краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus*) відноситься до риб, у харчуванні якої рослинна їжа (вищі рослини, нитчасті водорості,

перифітон) має переважне значення над тваринною їжею. Мальки харчуються в основному тваринною їжею, а з дворічного віку ця риба починає віддавати перевагу рослинній їжі.

До всеїдних риб, з широким спектром харчування і складом їжі відносять язя (*Leuciscus idus*), головня (*Leuciscus cephalus*), лина (*Tinca tinca*), плотву (*Rutilus rutilus*), каспійську воблу (*Rutilus rutilus caspicus*), сазана (*Syrpinus carpio*) і ряд інших. У їхньому раціоні водна рослинна має не менше значення, ніж тваринна їжа.

До третьої групи риб, для яких прибережно-водні рослини відіграють роль додаткової їжі, можна віднести чебака (*Leuciscus schmidtii*), карася (*Carassius carassius*), уклею (*Alburnus alburnus*), окуня (*Perca fluviatilis*), підуста (*Chondrostoma nasus*) та ін.

Всі перераховані види риб споживають в основному м'яку водну рослинність, і тільки риби, що відносяться до першої групи, поїдають прибережні рослини.

До групи птахів (*Aves*), для яких рослинні корми мають першорядне значення, відносяться багато водоплавні - це різні види качок, лиска, лебідь-шипун, лебідь-кликун, сірий гусак, нирки та інші.

Першу групу складають види, для яких рослинність є основним видом корму. До неї відносяться, в першу чергу, свіяць (*Anas penelope*), сіра качка (*Anas strepera*), лиска (*Fulica atra*). Лиски, камишніці (*Gallinula chloropus*), різні види поганок (в основному *Podiceps auritus*) найчастіше поїдають харовіє водорості, рдести, роголістник, ряску, рогіз, Елоді і очерет. Добова норма лиски і камишніці становить близько 100 г рослин, качки - 120-150 г, сірого гусака і лебеда-шипуна - близько 1 кг. Стебла, листя і молоді пагони очерету охоче поїдають гуси, особливо під час линьки, коли вони не можуть літати і ховаються серед високих і густих заростей. Молодими пагонами і кореневищами рослин харчуються також багато видів качок (сіра крижень, червоноголовий нирок), лиски.

Свіязь - спеціалізований рослиноїдний вид, поїдає в основному зелені частини рослин (хвощ, роголістник, ряска та ін.), А також плоди рдестов, очерету і осок. Загальне число кормових рослин при цьому досягає 39 видів. Нерозень, ряд ниркових качок - червононосий нирок (*Netta rufina*), белоглазій нирок (*Aythya nyroca*) і червоноголовий нирок (*Aythya ferina*) за типом харчування близькі до свіязі. Влітку вони споживають вегетативні частини (листя, пагони, кореневища) 35 видів водних рослин, причому поряд з м'якими використовують в їжу і твердолисті - очерети, очерети, Їжачоголівник. Корм тваринного походження присутній в раціоні цих видів в незначній кількості.

До групи рослиноїдних птахів, які споживають як вегетативні частини рослин, так і їх насіння відноситься лиска. Відзначено харчування цього виду рдесника, урутью, куширу і харових водоростями, а також насінням

очерету, Їжачоголівник, Руппі та ін. Тваринну їжу лиски споживають в незначній кількості.

Лебідь-шипун (*Cygnus olor*), лебідь-кликун (*Cygnus cygnus*), а також сірий гусак (*Anser anser*) харчуються підводними і надводними частинами прибережно- водних рослин (очеретом, Їжачоголівник, рогозом і телорез), насінням і плодами їжачоголівника, чилима, ежовника та ін.

До другої групи водоплавних птахів, у яких рослинні і тваринні корми мають однакове значення, відносяться кряква (*Anas platyrhynchos*), шилохвость (*Anas acuta*), широконоса (*Anas clypeata*), чірок- свистунок (*Anas crecca*), чірок-трескунок (*Anas querquedula*). Вони споживають ті ж рослини, що і перераховані вище види птахів. У крижні кормовий раціон наполовину складається з водних рослин. У шлунках чирка-свістунка і чирка-трескунок зустрічаються рослинні залишки плодів рдестов, їжачоголівника, вахти, стрілолиста, німфейних та ін. Навіть такі ниркові качки, як гоголь, чубата чорніти, які харчуються в основному тваринами, в певні періоди сезону переходять на рослинну їжу.

Водна рослинність для водоплавних птахів має не тільки кормове значення; їх зарості служать місцем гніздування і надійним захистом під час линьки.

З ссавців (*Mammalia*) активними споживачами прибережно-водної рослинності є хохуля (*Desmana moschata*), бобер (*Castor fiber*), ондатра (*Ondatra zibetica*), водяний щур (*Arvicola terrestris*) і нутрія (*Myocastor coypus*). З заростями рослин пов'язане життя багатьох ссавців. Так, у ондатри, бобра, водяного щура в рослинний раціон включено більше 50 видів водних рослин, а у комахоїдних хохулі - 20 видів. Зв'язок з рослинами може бути не тільки прямий, але й опосередкованої. Існування таких хижаків, як колонок, лисиця, горностаї, корсак залежить від великої кількості дрібних гризунів, розмноження яких значною мірою пов'язано з наявністю кормових прибережних рослин. Дуже часто ці хижаки будують свої лігва в густих заростях очерету.

Вихухоль охоче поїдає вегетативні органи, кореневища, плоди та насіння багатьох видів рослин, і зокрема латаття, нижні частини стебел їжачоголівника, очерету і манника, кореневища і бульбоподібні освіти стрілолиста та рогозу. Причому встановлено, що споживання різних видів рослин та їх органів приурочено до певних періодах року. Камиш активно поїдається у весняний період, їжачоголівник - влітку, кореневища рогозу - в зимовий час. Протягом цілого року вихухоль споживає в їжу насіння багатьох видів рослин, нерідко волюючи їх тваринам кормів. Вважається, що ряд невдалих спроб акліматизації хохуль в нових місцях, а також погана виживаність їх у неволі, можливо, пов'язана з недооцінкою ролі рослинних кормів в їх харчуванні.

Річковий бобер вважається деревноядним і короядним тваринам, однак, як було встановлено, він із задоволенням споживає і прибережно-водну рослинність. У його раціоні відзначено 75 видів рослин; найбільш бажаний є вахта, очерет, очерет, рогіз, латаття, таволга, зюзник, гравілат. Поїдає він молоді пагони рослин, листя і їх кореневища. У споживанні бобром деревних і трав'янистих кормів спостерігається чітко виражена сезонність. У період з травня по серпень бобер віддає перевагу трав'янистим рослинам, у вересні-жовтні - їх підземним органам, а в більш холодну пору року - деревним кормів і кореневищам водних рослин.

У ондатри улюбленим кормом є рогіз, очерет, очерет - їх молоді пагони, кореневища і підстави стебел. Тваринки поїдають зелень крестовника, підстави розеток телореза, пагони Тростянки, віха, вахти, хвоща, зав'язі і плоди латаття і кубушки, лепехи пахучого. Останній є одним з улюблених рослин ондатри. Сусак зонтичний також є цінним кормовим рослиною для ондатри. Вона поїдає соковиті підстави стебел і кореневища рослин. При цьому тварини гублять рослин в 9 разів більше, ніж їх поїдають. При високій щільності популяції ондатри, вона може практично повністю знищити прибережно-водну рослинність водойми, що змушує її переселятися в інші місця. Крім харчування, значна кількість прибережних рослин йде на будівництво її «хаток».

Водяний щур харчується виключно рослинною їжею. Склад її кормів протягом року сильно розрізняється. Влітку щури воліють зелені корми - молоді пагони очерету, очерету, рогазу, хвоща, листя гречки, рдестов, стрілолиста, вахти, білокрильника, квітконоси сусака, кореневища латаття. З настанням осінньо-зимового періоду тварини переходять на харчування кореневищами і бульбами осок, рогазу, німфейних, хвоща. Велико кормове значення стрілолиста, особливо бульбочкових утворень на кореневищах, в яких восени накопичується велика кількість крохмалю. Водяні щури дуже ненажерливі. Добова норма їжі близька до їх маси. Вплив щурів на прибережно-водну рослинність посилюється ще й тим, що, поїдають вони тільки молоді частини рослин, залишаючи при цьому велику кількість відходів.

У нутрій, також як і у інших водних ссавців, тваринна їжа, має другорядне значення. Видовий склад кормів нутрії включає багато видів прибережно-водних і болотних рослин, і в першу чергу очерет, очерет, маннік, басейн, ряску, рогіз, їжачоголівник, стрілолист. Нутрії, так само як і водяні щури, з'їдають тільки нижні, ніжні частини рослин. Через це обсяг залишків у багато разів перевершує з'їдену частину. Доросла тварина вагою в 6-7 кілограм з'їдає в добу 2-3 кілограми рослин. Так що, вплив нутрій на спільноту прибережно-водних рослин може бути надзвичайно великий.

## 9 ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНІ ОСЛИНИ В СИСТЕМІ ВОДНОГО БІОЦЕНОЗУ

Прибережно-водні рослини - це не тільки харчовий компонент для організмів, але і середовище проживання. Видове різноманіття тварин в заростях макрофітів значно вище, ніж у відкритій частині водойми; велика чисельність і біомаса планктонних і бентосних організмів. Рослини є поверхнею для розвитку перифітона; крім того, вони пов'язані між собою трофічними та метаболічним взаєминами.

Рослини визначають газовий склад води, що безпосередньо впливає на багато груп тварин. У заростях водних рослин багато видів риб (лящ, сазан, окунь, щука, карась золотий, карась срібний, вобла, язь, плотва, верхівка, уклейка, белоглазка, густера, лин, в'юн, голець, щиповка, ротан та ін.) Метають ікру. Тут же відбувається нагул молоді та дорослих риб, які харчуються різними безхребетними і водоростями, що мешкають в заростях водної рослинності, а також знаходять укриття від хижаків.

Багаті рослинними залишками донні відкладення представляють собою живильне середовище для бентосних організмів. Донні тварини є однією з найбільш численних груп організмів, що мають велике екологічне і господарське значення. Вони споживають органічну речовину, беруть участь у самоочищенні водойм, складають основу харчування більшості видів риб і водоплавних птахів.

Спільноти рослин відіграють істотну роль у житті зоопланктону та інших водних організмів. У їх заростях формуються сприятливі температурні умови і газовий режим, що сприяють розмноженню і інтенсивному росту тварин. Вони служать їм надійним притулком і захистом від хижаків. Більш половина видів ветвістоусих (Cladocera) в тій чи іншій мірі пов'язані з прибережно-водними рослинами. Для цього у них в процесі еволюції були вироблені спеціальні морфологічні, фізіологічні та поведінкові адаптації (Н.Н.Смірнов, 1975).

Для більшості видів водоплавних птахів зарості водних рослин служать кормовою базою, а прибережні рослини - місцем гніздування.

Водна рослинність регулює не тільки концентрацію кисню і вуглекислоти у воді, а й впливає на мінеральний склад води, кислотність та ін. І цим впливає на екосистему. У заростях рослин інтенсивність фізико-хімічних процесів значно вище, ніж у відкритій частині водойми. Цьому сприяють не тільки самі рослини, але і їх обрастателі (перифітон), бактерії, планктонні і донні організми.

Крім абіотичних факторів середовища на склад і розподіл прибережно-водних рослин значний вплив мають взаємовідносини їх з іншими організмами водойми. Від них залежить стан водойм,

різноманітність, велика кількість населяють їх тварин, водоростей, бактерій і грибів. У заростях водної рослинності мешкає величезна безліч різних безхребетних, біомаса яких може досягати кілька сот грамів на один квадратний метр поверхні води.

### 9.1 Взаємозв'язок водної рослинності і безхребетних

Прибережно-водна рослинність відіграє істотну роль у житті різних безхребетних (зоопланктону, зообентосу, обростувачів); в їх заростях формуються сприятливі температурні умови і газовий режим, що сприяють розмноженню і зростанню тварин. Вони служать надійним притулком і захистом від хижаків. Багаті рослинними залишками донні відкладення представляють собою живильне середовище для донної фауни. При помірному заростанні водойм створюються сприятливі умови для розвитку фітофільної фауни планктонних безхребетних, які знаходять сприятливі умови для життя. Ряд тварин використовує зарості занурених рослин тільки в період кладки яєць, нересту, харчування личинок або в якості сховищ.

У заростях рослин зустрічаються представники всіх груп безхребетних, що населяють прісні водойми: найпростіші, моллюски, ракоподібні, черви, комахи та ін. Більшість з них мешкає на поверхні рослин або на дні.

Бентос водойм (організми, що мешкають на дні) складається з личинок амфібіотических комах (хірономид та інших груп двокрилих, ручейників, бабок, поденщин), олігохет, моллюсків, ракоподібних та ін. Найбільшого розвитку досягають олігохети, хірономіди і моллюски. З них за чисельністю переважають олігохети і хірономіди. Останні визначають сезонні коливання чисельності бентосу в результаті вильоту дорослих комах (імаго). Моллюски та олігохети (на відміну від хірономид) - це постійні мешканці водойм, що і пояснює менші сезонні коливання їх біомаси у порівнянні з біомасою личинок комах. Моллюски, хірономіди і олігохети є кормом риб, водоплавних птахів, норки, видри, хохулі, що мешкають по берегах водойм.

Відрізняють також протозойний і бактеріальний бентос, біомаса якого в ряді водойм досить велика, незважаючи на малі розміри складають організмів.

За способом харчування у складі бентосу зустрічаються фітофаги, фільтратори, хижаки, некрофаги і сапрофаги, здатні здійснювати повний цикл кругообігу речовин (арабін, Савицький, Ридний, 1988).

Однією з поширених груп прісноводного бентосу є олігохети - малощетінкові черв'яки (*Oligochaeta*). Вони зустрічаються в будь-яких водоймах, але великої чисельності досягають на мулистому ґрунті стоячих



водойм і в стічних забруднених водах. Ряд олигохет (з сімейства Tubificidae) - чемпіони серед безхребетних по існуванню в забруднених водах. У складі прісноводних водойм олигохети чисельно займають домінуюче місце. Завдяки масовому розвитку в ряді випадків мають основне значення в біологічних процесах водойм. Чисельність окремих видів сягає кількох тисяч примірників на один квадратний метр. Більшість видів - детритофаги. У заростях водної рослинності мешкають черв'яки сімейств Enchytraeidae, Aelosomatidae, Naididae, Tubificidae.

У зообентосі чільне місце займають молюски. Вони є істотним компонентом біоценозу, грають важливу роль в біотическом самоочищення водойм.

Черевоні молюски, або равлики - другий після комах за різноманітністю і значимістю компонент прісноводного макробентоса. Більшість видів живе в заростях водних рослин. Тут вони домінують по біомасі в співтоваристві. Пік розмноження припадає на середину літа, співпадаючи з масовим розвитком макрофітів. У невеликих кількостях равлики зустрічаються у водоймах цілий рік, переходячи з живих рослин на дно; харчуються гниючими рослинами і листовим опадом. Влітку харчуються в основному рослинною їжею; обгризають зелені і відмирають тканини рослин, соскабливають перифітон або заковтують мулові частинки.

На водних рослинах відбувається розмноження молюсків; відкладають кладки яєць, покриті прозорою студенистою оболонкою. З яєць виходять маленькі (близько 1 мм) равлики, що мають раковину. Дрібні види черевоніх молюсків живуть протягом одного літа, великі - 1-3 роки.

З молюсків в заростях рослин звичайні прудовики (*Lymnaea stagnalis*, *L. ovata*, *L. auricularia*, *L. truncatula*), фізи (*Physa fontinalis*), булініди (*Planorbis corneus*, *P. corneus*, *P. purpura*), катушки (*Anisus albus*, *A. vortex*, *A. contortus*, *Planorbis planorbis*, *Armiger crista*), бітінії (*Bithynia tentaculata*), затворки (*Valvata piscinalis*), живородка (*Viviparus contectus*), чашечки (*Acroloxus lacustris*) та інші. Всі вони мешкають у зоні заростей на рослинах, каменях, корчах, мулі. Чисельність окремих видів досягає 500 екз. / м<sup>2</sup>.

Двостулкові молюски мешкають на дні (мулі і піску) у відкритій частині водойм, однак досить часто утворює великі скупчення в розріджених чагарниках водної рослинності або на кордоні їх зростання. Всі вони є фільтраторами, і є потужним фактором самоочищення водойм. Більшість видів (перловіці, беззубки - *Anodonta stagnalis*, Шарівка, горошинки) повільно пересуваються по дну (залишаючись при цьому в полузакопанном стані). Один тільки прісноводний вид дрейссена (*Dreissena polymorpha*) прикріплюється до субстрату (рослинам, каменів, піску, бетонним спорудам, трубам) міцними бісусними нитками. Великі

види (особливо перловіці - *Unio pictorum*, *U. tumidus*, *Crassiana crassa*) досить вимогливі до вмісту кисню і живуть у відносно великих і чистих водоймах; дрібні горошинки (*Pisidium amnicum*, Еуглесаобтусалісь) і Шарівка (*Sphaeriastrum rivicola*, *Sphaerium nucleus*, *Musculium creplini*) зустрічаються повсюдно.

Комахи складають найбільшу (за кількістю видів) частину прісноводного макробентоса і часто домінують у донних співтовариствах за чисельністю і біомасі. Вони мешкають в заростях всіх типів водойм. Життєвий цикл комах включає стадії покоїться яйця, личинки та імаго. Личинка у міру зростання періодично линяє, - скидає стару, яка втратила розтяжність шкірку, і росте стрибкоподібно, від линьки до линяння. У частини комах між личинкою і імаго є проміжна стадія лялечки - зазвичай малорухомої, що не живиться і претерпеваючої складні внутрішні перетворення.

Комахи сформувалися в повітряному середовищі; більшість видів стадію імаго проводять на суші, але багато хто має водних личинок. У воді живуть личинки всіх або деяких видів приблизно 10 загонів комах, а також імаго деяких видів двох загонів (жуків і клопів). Наземна стадія імаго найчастіше доводиться на літній час. Влітку і восени з яєць вилуплюються личинки, живуть у водоймі біля року (деякі кілька років), а до наступного літа дорослішають і вилітають.

У заростях прибережно-водної рослинності поширені личинки бабок (загін *Odonata*), які, також як і дорослі, ведуть хижий спосіб життя. Вони малорухливі і полюють головним чином із засідки на дрібних безхребетних (личинок одноденок, двокрилих, жуків, рачків). Велика частина видів тяжіє до заростей водних рослин стоячих і слабопроточних водойм.

З бабок серед прибережно-водних рослин живуть багато видів роду *Lestes* (сімейство лютки), стрілець (пологи *Erythromma*, *Coenagrion*), роду *Aeschna*, *Anax* (сем. Коромисла), бабок (пологи *Epithesa*, *Cordulia*, *Comatochlora*) і справжніх бабок (сем. *Libellulidae*) - поголи *Libellula*, *Sympetrum*, *Leucorrhinia*. Імаго відкладають яйця на поверхню водних рослин, а деякі - в тканини рослини.

Личинки одноденок (загін *Ephemeroptera*) живуть у водоймах; одні з них мешкають під камінням, інші закопуються в мул або ґрунт, треті - підіймаються на рослини. Більшість з них детритофаги, деякі поїдають рослини або ведуть хижий спосіб життя. Розвиток їх протікає від одного року до трьох років. У цей час вони до 25 разів линяють, поступово перетворюючись у доросле личинку з зачатками крил.

Дорослі особини не харчуються і живуть недовго - від кількох годин до кількох днів. Найбільше поденщин в річках, в озерах їх менше, а в

ставках зустрічається всього кілька видів. З поденщин серед водної рослинності звичайні німфи сімейств Baetidea і Siphonuridae.

Жуки, або жорсткокрилі (Coleoptera) - один з найбагатших видами загін комах. У нашій країні відомо близько 700 видів водних жуків. Водні жуки живуть в різних водоймах; більшість воліє невеликі, стоячі і повільно текучі водойми з багатою рослинністю. У великих водоймах - жуки зазвичай тільки у кромки берега і в заростях рослин. Крім чисто водних жуків, значне число видів живе на водних та прибережно-водних рослинах. Водні жуки одними з перших заселяють знову утворилися водойми (в основному невеликі) і часто домінують за різноманітністю і великій кількості в спільнотах тимчасових водойм. Харчуються жуки по-різному: багато хижаків (особливо плавунці і їх личинки), інші поїдають водні рослини, перифітон і детрит.

У найбільш типових водяних жуків (плавунці, вертячки, частина водолюбів) є ряд пристосувальних особливостей будови, пов'язаних з проживанням у воді. Їх тіло має обтічну форму і гладку поверхню, що зменшує опір при пересуванні у водному середовищі. Одна або дві пари ніг мають плавальний тип будови і діють на зразок весел.

Личинки водних жуків різноманітні за виглядом і будовою; зазвичай вони мають ноги (іноді частково або повністю редуковані), а з боків або на кінці черевця часто несуть трахейні зябра. Хижі личинки плавунців або вертячек мають усередині мандибул смоктальний канал або жолобок, за допомогою якого вони висмоктують свою здобич.

З водними рослинами пов'язані багато представників загону жуків. Це насамперед види родини Chrysomelidae (листоїди), більшість яких є олиго- або монофаги. Жуки живляться листям і пилком прибережно-водних рослин, причому ряд видів суворо приурочений до певних рослинам.

Ряд видів родини Curculionidae (довгоносики) - типові мешканці прибережно-водних рослин, в тканинах яких вони розвиваються і заляльковуються. З клопів, або напівжорсткокрилих (Heteroptera) лише невелика частина видів перейшла до водного способу життя. У клопів, як правило, личинки ведуть той же спосіб життя, що і імаго, і відрізняються тільки меншими розмірами, укороченими крилами і недорозвиненням статевих органів.

Майже всі водні клопи і їх личинки - хижаків (крім всеядного сімейства Corixidae); мешкають головним чином в заростях макрофітів ставків, озер і спокійних річок. Частина з них добре плаває і наздоганяє здобич (дрібних комах, рачків і мальків риб), інші малорухливі і полюють із засідки. Водомерки бігають по поверхні води і висмоктують головним чином упалих наземних комах. Сімейство Corixidae (гребляки) всеїдні - харчуються тваринною і рослинною їжею (водоростями та водними рослинами).

Сімейство водомерок Gerridae і сімейство Naucoridae (Плавт) зимують на суші, решта водні клопи - у воді. Річковики (сем. Aphelocheiridae) пристосувалися до дихання киснем води, решта водні клопи дихають киснем повітря (скорпіони водяні - Nepidae - за допомогою дихальної трубки).

Метелики, або лускокрилі (Lepidoptera) - великий загін, все імаго і майже всі личинки (гусениці) наземні; лише невелике число видів мають водних личинок. З метеликів з прибережно-водними рослинами пов'язані, насамперед, види родини огневок (Pyralididae). Гусениці метелика *Nymphula nymphaeta* відкладає яйця на нижню сторону листя латаття, водокраса, рдестов, а їхні гусениці харчуються тканинами цих рослин. Гусениці *Calactysta lemnata* будують чохлик з ряски, якій і харчуються.

Ручейники (Trichoptera) населяють річки, струмки, озера і водосховища. Личинки мешкають головним чином серед водної рослинності на різних ґрунтах: піщаних, мулистих, кам'янистих. Воліють ділянки водойм з чистою водою. Більшість видів є рослиноїдних; харчуються водоростями, перифітоном, детритом, в той же час серед них є - хижаки. Личинки живуть як в будиночках з піщинок, рослинних часток, так і без будиночків - вільно. Лялечки всіх видів знаходяться в будиночках. Дорослі комахи живуть серед прибережної рослинності всього кілька днів: після спарювання і відкладання яєць гинуть. Яйця відкладають безпосередньо в воду, на водну рослинність, камені, корчі.

Однією з переважаючих груп бентосу є личинки комарів - хірономіди: домінують кілька десятків видів. У різні роки в одному і тому ж водоймі переважають різні види. Це пов'язано з тим, що для масового розвитку личинок того чи іншого виду необхідно сприятливе поєднання багатьох абіотичних і біотичних факторів середовища. Хірономіди відіграють важливу роль в самоочищенні водойм; не тільки утилізують органічна речовина, але і виносять його за межі водойм при вильоті окрилених форм. Є відомості, що з 1 га поверхні рибоводних ставків вилітає від 14 до 28 мільйонів комах, що становить 37-42 кг сирової маси живої речовини. У природних водоймах ця цифра становить близько 20 млн.екз. / Га. На частку хірономид припадає понад 50% вилетіли комах (арабін, Савицький, Ридний, 1988).

Ракоподібні (Crustacea) - велика група безхребетних, що включає як великі донні форми, так і дрібні види, які населяють товщу води і дно водойм. У прісних водах ракоподібні найбільш різноманітні в складі зоопланктону. З планктонних ракоподібних в заростях зустрічається ряд видів загонів Cladocera, Calanoida і Cyclopoida: *Chydorus sphaericus*, *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus*, *Bosmina obtusirostris*, *Scapholeberis mucronata*, *Eudiaptomus gracilis* і *Mesocyclops leuckarti*.

## 9.2 Вищі водні рослини і перифітон

У заростях рослин зареєстровано близько 100 видів фітофільна ракоподібних. Чисельність окремих видів рачків досягає 40 тисяч примірників на одній рослині (зокрема, рдестов). Найбільш багато представлені ракоподібні на занурених рослинах; їх чисельність сягає понад 20 тисяч на одному кілограмі рослин або 1,6 г / кг. Найбільш масово представлені *Sida crystallina*, *Simoccephalus vetulus*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus trunkatus* (Ломакіна, 1980).

Серед зарослевих ракоподібних зустрічаються як свobodноплаваючі, так і факультативно планктонні види (тобто, що сидять на рослинах). До останніх належить бокоплав (*Gammarus*), який мешкає серед водної рослинності на глибині близько 1 м; в деяких водоймах він дуже часто стає домінуючим за масою видом серед планктонних організмів (Козлов, Садчиків, 2002).

У густих заростях прибережно-водних рослин (осок, хвощів, очерету, рогозу, їжачоголівника, очерету) відбувається накопичення на дні розкладаються залишків. Це призводить до погіршення умов середовища перебування тварин, в результаті чого видове їх різноманітність різко знижується. У таких заростях зустрічаються у великій кількості водяні ослики, олігохети, легеневі молюски.

Поверхня занурених у воду рослин є середовищем існування багатьох організмів, які об'єднані загальним терміном «перифітон» (від «Пери» - навколо, «фітон» - рослина). Під перифітоном розуміється співтовариство організмів, що заселяють поверхню рослин і різних предметів, що знаходяться в товщі води. До складу перифітона входить велика кількість різних організмів, що відносяться до бактерій, грибів, епіфітним водоростям, найпростішим, нематодам, губках, моховинками, личинкам комах, молюсків та ін.

За рахунок сорбційних процесів на поверхні рослин акумулюється харчової субстрат - органічні і мінеральні сполуки. Крім того, самі рослини екскретують в середу різні органічні речовини, які стимулюють розвиток тварин і водоростей.

С.Н.Дуплаков (1933) в одній зі своїх робіт наводить історичну довідку появи терміна «перифітон». Раніше співтовариства організмів, що мешкають на пухких ґрунтах, каменях, корчах, водних рослинах і занурених у воду предметах, відносили до бентосу (Геккель, 1890; тут і далі по Дуплаков, 1933). Потім з'явився термін «наріст» (*aufwuchs*), в основному для спільнот, що мешкають на каменях, рослинах, палях та ін. У 1916 р замість цього терміна став застосовуватися термін «обростання» (*bewuchs*). У 1924 р А.Л. Бенінг (1924) вводить термін «перифітон» стосовно до спільнот, що мешкають на твердому субстраті на деякій

відстані від дна (в основному, предметах, внесених у воду людиною - палі, човни, пароплави та ін.). Всі інші спільноти обростувачів він відносить до «Бентосу». А.Л.Бенінг вважав головним фактором середовища проживання перифітона

- Життя на субстраті в більш динамічних умовах, ніж на дні, притому часто далеко від берега і над поверхнею дна.

Г.С.Карзінкін (1925) іменує «наростом» спільноти, мешкають на водоростях, а «обростувачів» - спільноти на мертвому субстраті. В іншій своїй роботі (Карзінкін, 1927) в поняття «перифітон» включає співтовариства організмів, що мешкають на рослинах, палях, каменях (тобто, ті, які підносяться над поверхнею дна). Спільноти, що живуть на дні віднесені до «бентосу». Дослідники, що працюють на морі, використовують термін «обростання». В даний час ця термінологія використовується більшістю фахівців.

Залежно від умов середовища у складі перифітона можуть переважати рослини або тварини. Рослини найчастіше домінують на субстраті в добре освітлених ділянках (біля поверхні або в середній частині рослин). У дна і в затінених місцях переважають тварини (Карзінкін, 1926, 1927). З глибиною біоценози бідніють, як кількісно, так і якісно. На глибині 3 м водоростей вже немає. Біоценоз перифітона, який розвинувся на стеклах, яких переміщали з поверхні водойми на глибину 5 м, сильно змінювався: водорості через кілька днів випадали з його складу, тоді як тварини залишалися ті ж (Дуплаков, 1925).

Процес обростання внесених у воду предметів (зокрема, стекл і дерев'яних дощочок) починається відразу ж; вже через кілька годин на їх поверхні виявлялися поодинокі клітини багатьох видів водоростей. Остаточний склад обростувачів формується вже до 8-10 дня. Керівними формами є види *Oedogonium*, яких супроводжують види *Spirogira*, *Vulbochaeta*, *Stegioclonium*. У відкритій частині водойми обростання предметів здійснюється повільніше, ніж у берега. У пелагіали домінуючими є діатомові, тоді як в прибережжя - зелені нитчатки. Біля берега видовий склад обростувачів багатшими, ніж далеко від берега (Дуплаков, 1925, 1928).

Склад перифітона дуже різноманітний. Так в водорослевих обростаннях літоральній зони озера Глибоке (Московська обл.) Виявлено 102 види водоростей (в основному зелених) (Ассман, 1951), Онезького озера -

511 видів, з яких домінували діатомові (Ричкова, 1975). На початку літа і восени в озері Червоне (Карелія) переважали діатомові (в основному види *Melosira*, *Tabellaria*), в середині літа - зелені (*Spirogira*, *Oedogonium* та ін.). Біомаса перифітона на рослинах (очерет, очерет, хвощ, кубушка,

рдести та ін.) Змінюється в межах 7-42 грама на один квадратний метр занурених рослин, на каменях - до 140 г / м<sup>2</sup> (Ричкова, 1973; Басова, 1974).

У Онежском озері перифітон (з урахуванням скель, каменів і ін.) Склав 53% фітомаси водних рослин (Ричкова, 1973, 1975).

Порівняння складу обростувачів на природних (водні рослини) і штучних (дерево, скло) субстратах показало, що різниця у видовому складі несуттєва (Дуплаков, 1925; Ассман, 1951; Ричкова, 1975), проте взаємини між рослинами і перифітоном значно ширше, ніж зв'язку типу «організм - неорганічний субстрат» (Ратушняк, 1993).

У досліджах показано, що між господарем і епіфітних водоростями йде процес перенесення продуктів фотосинтезу. Такий взаємний обмін продуктами проходить не тільки безпосередньо від рослини до рослини, а й після виділення рослиною-господарем метаболітів у воду з подальшим поглинанням виділених речовин рослиною-епіфітом. Виділення метаболітів регулює ріст обростувачів, сповільнюючи або прискорюючи його. Однак, незважаючи на це епіфітні водорості, що входять до складу перифітона, часто розвиваються в таких кількостях, що негативно впливають на фотосинтетичні процеси рослини-господаря; це часом призводить до їх пригнічення (Macan, Kitching, 1976).

Видовий склад тварин-обростувачів досить різноманітний: у підставі рослин переважають мулові форми тварин - тубіфіцид, личинки тендіпедід; в середній частині рослин - губки, мшанки, личинки і лялечки комах, а ближче до поверхні, при достатньому освітленні - домінують водорості.

### **9.3 Вищі водні рослини і фітопланктон**

Водна рослинність і фітопланктон, як все автотрофніе організми, потребують сонячному світлі, углекислоті, біогенних елементах.

У розріджених біоценозах прибережно-водна рослинність і фітопланктон розвиваються паралельно, не вступаючи в конкурентні відносини. При збільшенні інтенсивності заростання водойми прибережно-водна рослинність починає пригнічувати розвиток фітопланктону. Це відбувається вже при біомасі водної рослинності близько 1,5 кг / м<sup>3</sup> (Кутова, 1973). Пояснюється це головним чином недоліком сонячного світла в заростях і конкуренцією за біогенні елементи, зміною іонного складу водного середовища, а також негативним метаболічним впливом. При розрідженні заростей за рахунок їх виїдання білим амуром біомаса фітопланктону відновлюється, а продукція збільшується в десять і більше разів (Кузьмичова, 1976).

Однак деякі автори (Астапович, 1967, 1972; Ляхнович, 1972; Астапович та ін., 1973; Копилова, 1973) відзначають зниження біомаси фітопланктону в заростях прибережно-водної рослинності при повній

забезпеченості його вітамінами, біогенні і мікроелементами, пояснюючи це негативним впливом метаболітів вищої водної рослинності. Експериментально показано негативний вплив вищих рослин на розвиток синьо-зелених водоростей - *Anabaena robusta*, *Anabaenopsis intermedia*, *Microcystis aeruginosa* та ін. (Коган, Крайнюкова, 1977), причому альгіцидною дію мають водні екстракти (зокрема, рогозу, очерету), отримані з різних частин рослин (Мережко, 1971). Можливість харчової конкуренції в даному випадку виключалася, оскільки наприкінці досвіду в культуральному середовищі було достатньо азоту і фосфору.

Зниження таким способом чисельності фітопланктону має велике значення в системі водопостачання міст і населених пунктів, оскільки багато водорості при масовому розвитку надають воді запахи і неприємні присмаки. «Цвітіння» водойм є справжнім лихом у водопостачанні, так як по даний час практично відсутні ефективні способи видалення водоростей і виділених ними органічних речовин, які надають воді ті чи інші запахи. Запахи викликають водорості, що відносяться до різних систематичних груп:

- *Asterionella* (з Діатомеї) - слабо виражений землистий запах; при значних кількостях цих водоростей - запах герані, при великих кількостях - сильний рибних запах;
- *Tabellaria* (з діатомових) - ароматичний, геранієвих, рибний;
- *Dinobryon* (з золотистих) - фіалки, рибний;
- *Synura* (з золотистих) - огірковий, рибний;
- *Pandorina*, *Eudorina* (із зелених) - рибний запах;
- *Anabaena*, *Aphanizomenon* (з синьо-зелених) - запах цвілі, трави, при великих кількостях - настурцій;
- *Mallomonas* (з золотистих) - фіалковий і рибний запах;
- *Cryptomonas* (з кріптофітових) - приторно фіалковий запах;
- *Ceratium* (з дінофітових) - смердючий запах;
- *Uroglenopsis* (з золотистих) - запах риб'ячого жиру.

Так що не дуже приємно пити воду із запахом одеколону або риб'ячого жиру. Прибережно-водні рослини є одним з простих способів боротьби з водоростями, а, відповідно, і з запахами води.

Велике значення в житті водойм має виділення водними рослинами антибіотичних речовин, типу фітонцидів. Хімічний склад фітонцидів різних видів рослин різний і представляє комплекс різних органічних сполук. Вони включають «поживні»,

«Ростові» і «поведінкові» речовини (Lucas, 1961 по Хайлов, 1971). Виділення рослин, подібно біогенних елементів, беруть участь у регулюванні продукційних процесів. Метаболічна регуляція формування структури рослинних угруповань є основною, на протигагу концепції харчової конкуренції при порівняно невеликих щільностях особин



(Федоров, Кафар-заде, 1978). Виділення водних рослин в середу впливає не тільки на формування рослинних угруповань, значною мірою визначають взаємовідносини між видами рослин, у тому числі і з водоростями.

Таким чином, занурена водна рослинність може використовуватися для регуляції чисельності фітопланктону і в боротьбі з «Цвітінням» водойм, що і пропонується деякими дослідниками (Францев 1961).

#### **9.4 Зв'язок водних рослини з бактеріями і грибами**

У воді бактерії знаходяться в підвішеному стані (бактеріопланктона), на водних організмах у складі обростань і в донних відкладеннях. Стебла і листя прибережно-водної рослинності є місцем проживання не тільки водоростей, але і бактерій. Заселення будь-якій поверхні, в тому числі і рослин бактеріями здійснюється досить швидко, починаючи вже з першої доби (Карзінкін, 1934).

Рослини і мешкають на їх поверхні бактерії найчастіше знаходяться між собою в мутуалістическіе взаєминах (Горбенко, 1973). Рослини виділяють різні метаболіти, які утилізуються бактеріями. Цей процес має в значній мірі загальнобіологічій характер. Екологічне значення цього явища досить важко переоцінити. Воно впливає на формування рослинних угруповань, визначає взаємини між рослинами і організмами-деструкторами, і в першу чергу бактеріями. Останні, розкладаючи органічні речовини, втягують в біотичний кругообіг мінеральні сполуки, необхідні для росту рослин. У процесі еволюції організми пристосувалися з одного боку до використання метаболітів іншого виду, з іншого - виробили захисну реакцію від негативного їх впливу.

Роль водних рослин (Морозов, 2001) зводиться, насамперед, до:

- Стимуляції діяльності мікроорганізмів, що мешкають на їх поверхні і безпосередньо у воді, продуктами свого метаболізму;
- Створенню активної адсорбуючої та переробної поверхні;
- Підтримці високого окисного рівня за рахунок збагачення води розчиненим киснем.

У зв'язку з підвищеним вмістом в прибережній зоні легкозасвоюваної органічної речовини в заростях відзначено більшу кількість бактерій (Кудрявцев, 1978). У товщі заростей рослин чисельність бактерій досягає кілька десятків мільйонів клітин в одному мілілітрі води, в илах - кілька десятків мільярдів клітин в одному грамі намулу.

Однак, відзначені випадки негативного впливу рослин, зокрема, водних мохів (*Riccia fluitans* і *Amblystegium riparium*) на сапрофітну мікрофлору (Кокін, Тимофеева, 1962). У заростях занурених водних

рослин вміст сапрофітної мікрофлори було нижче, ніж на відкритих ділянках. Експерименти з елодею і харових водоростями показали, у міру росту рослин спостерігається зниження чисельності бактерій (Кабанов, 1961; Кокін, 1963).

При відмирання прибережно-водних рослин відбувається інтенсивний розвиток бактерій і грибів (Lammens, Veide, 1978). Крім того, при збагаченні води продуктами розпаду спостерігається розвиток бактеріопланктону. В міру розкладання прибережно-водних рослин відбувається збільшення кількості бактерій, що розкладають клітковину, цукор і крохмаль (Мессінева, Горбунова, 1946).

Розкладання водних рослин відбувається в кілька етапів (Кокін, 1982):

- Початок розпаду; відбувається виділення в середу водорозчинних речовин, інтенсивний розвиток мікроорганізмів, і як результат - мінералізація органічної речовини;
- Стабілізація вмісту у воді біогенних речовин;
- Споживання виділених біогенних речовин і подальший розвиток рослин.

Водна рослинність визначає продуктивність прибережної зони водойм; її прижиттєвими і посмертними споживачами є бактерії, гриби, зообентос і риба. Однак, надмірне розвиток прибережно-водної рослинності призводить до евтрофікації і заболочування водойм (Кокін, 1982).

Гриби відіграють важливу роль у деструкції органічної речовини морських і прісноводних екосистем. Вони беруть участь у деградації практично всіх органічних субстратів, в тому числі - лігніну, хітину, кератину та інших важкодоступних сполук, які погано розкладаються бактеріями.

Прибережно-водна рослинність відноситься до категорії важко розкладаемого органічної речовини. Крім водних рослин у водойми надходить велика кількість листового опаду дерев і чагарників, які ростуть по їх берегах. Саме на рослинних рештках (водних рослинах і листі дерев) часто зустрічаються сапротрофних гриби. У розкладанні подібного органічної речовини беруть участь бактерії, актиноміцети, безхребетні, проте все ж чільна роль у цьому процесі належить грибам. В першу чергу велика роль грибів в розкладанні лігніноцеллюлозних комплексів (Kaushik, Hynes, 1971).

Як правило, між грибами і бактеріями при розкладанні органічної речовини виявляється досить чітка сукцесійна послідовність. Гриби домінують на початковій стадії розкладання органічних речовин, що містять целюлозу, а бактерії приходять їм на зміну на заключній стадії деструкційного процесу (Suberkropp, Klug, 1976).

Переважна більшість водних грибів розвивається на живих і мертвих рослинах, будучи перифітон і бентосними організмами. У той же час деякі гриби є паразитами рослин і тварин. Багато гриби в своєму розвитку мають планктонні стадії. Крім того, гриби є повноцінною їжею для багатьох гідробіонтів, - починаючи від найпростіших і закінчуючи рибами.

Між водними рослинами і перифітоном, до складу якого входять і гриби, існують складні взаємини. Взаємодії макрофітов і грибів багатогранні. Рослини виділяють в середу органічні сполуки, які використовуються перифітон бактеріями, грибами, водоростями і безхребетними. Гриби, в свою чергу, продукують біологічно активні речовини широкого призначення, які утилізуються рослинами. Мабуть, тут відбувається щось подібне при взаємовідносини гриба і водорості в лишайнику. Водні рослини, як живі, так і мертві піддаються постійному впливу грибів, як сапротрофних, так і паразитичних.

В даний час загально визнано, що гриби є гетерогенною групою нижчих безхлорофільних організмів. Але для зручності і по мікологічної традиції їх як і раніше часто об'єднують в одну групу під загальною назвою «гриби». Під грибами в широкому сенсі розуміють не тільки власне справжні гриби з царства Fungi (з 5 відділами - Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota і збірним відділом Deuteromycota), але і грибоподібних організми.

На водних рослинах виявлено понад 200 видів сапротрофних і паразитичних грибів та грибоподібних організмів (Кузнецов, 2003 а, б).

У прісноводних водоймах домінують хітрідіеві і Сапролегнієві гриби. У зонах зі змінною солоністю зустрічаються як морські, так і прісноводні види грибів, причому видове різноманіття в таких місцях зазвичай вище, ніж в прилеглих ділянках моря і річок.

Чим вище ступінь забруднення, тим частіше спостерігається вражаючу дію паразитарних грибів. Не остання роль у цьому процесі належить звичайним сапротрофним грибам, які разом з паразитарними грибами вражають живі рослини. У водоймах, що використовуються для вирощування риби (ставки, деякі водойми-охолоджувачі), серед грибів зростає частка сапротрофних видів з коротким циклом розвитку: хітрідієві гриби *Rhizophyidium pollinis-pini*, *Phlyctochytrium papillatum*, Гетероконти - гифохитриомицетов *Anisopidium saprobium* і оомицетов *Lagenidium rugosum*.

Паразитичні гриби вражають представників усіх систематичних груп макрофітів, викликаючи в деяких випадках їх епіфітотії. Найбільш відома і масштабна епіфітотія серед макрофітів сталася в Північній Атлантиці біля берегів Північної Америки і Європи на початку 30-х років ХХ століття, а в Білому морі наприкінці 50-х років (Renn, 1936; Young, 1943; Алім, 1962). Морське квіткова рослина - зостера морська (*Zostera marina*) було уражено

мікоміксіною *Labyrinthula* sp., Що викликав майже повну загибель цієї трави.

У Білому морі зарості морських трав *Zostera marina* і *Z.nana* до 60-х років займали великі площі илисто-піщаної літоралі на глибинах до 2,5 м (іноді до 6 м). Біомаса зостери сягала 6 кг / м<sup>2</sup> (Гемп, 1962). У 1960 р відбулася її масова загибель (Алім, 1962), що завдало колосальної шкоди прибережним екосистемам. Так, наприклад, чисельність знаменитої біломорської оселедця, яка нерестилась в заростях зостери, різко скоротилася. Те що сталося з іншими організмами, що мешкали

в її заростях, не піддається опису. Після цієї епіфітотії зарості *Z. marina* відновлювалися дуже повільно: у 1980-ті роки її максимальна біомаса становила всього 2,5 кг / м<sup>2</sup>, зазвичай значно менше - близько 0,4 кг / м<sup>2</sup> (Возжінская, 1986; Вехов, 1995), а *Z. nana* перестала зустрічатися (Вехов, Пронькіна, 1983). Всього з біломорської зостери виділено 64 види сапротрофних і паразитичних організмів, з них, 35 - облигатно морські (Кузнецов, 2003 а, б).

Паразитичні властивості грибів використовують боротьби з заростанням водойм макрофітами. Так, дейтероміцетний гриб *Cercospora godmanii* широко використовується як засіб біологічної боротьби з водним гіацинтом (*Eichhornia crassipes*). Батьківщина цього красивого рослини заплава річки Сан-Франциско в Бразилії. Спочатку водний гіацинт перебрався в США в якості декоративного рослини, потім у водойми Центральної Америки, Африки, Азії. Ця рослина розмножується в тропічних і субтропічних водоймах настільки інтенсивно, що перешкоджає руху суден. За деякими відомостями рослинний покрив настільки щільний, що по ньому можна ходити. При сприятливих умовах одна рослина протягом 10 місяців може закрити дзеркало води площею 4000 квадратних метрів, а кількість рослин на такій ділянці може досягати 8-18 мільйонів екземплярів. Гриб діє вибірково і не робить негативного впливу на інші водні рослини (Conway, Cullen, 1978). Так що два американських материка дали світові не тільки водний гіацинт, а й Елоді канадську, з якою ми добре знайомі.

## 10 ВОДНА РОСЛИННІСТЬ І САМООЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ

Основними джерелами забруднення водойм є господарсько-побутові, промислові та сільськогосподарські стоки. Господарсько-побутові та сільськогосподарські стоки містять велику кількість всіляких органічних речовин, детергентів, пестицидів, мінеральних добрив та продуктів їх розпаду, тоді як промислові - мають величезний набір різноманітних хімічних сполук, більшість яких є токсичними.

Забрудненість багатьох водойм РФ перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) в середньому по нафтопродуктах на 47-63%, фенолу на 45- 68%, легкоокислюваних органічною речовиною (БСК5) на 20-23%, аміачний азот на 24% і т.д. (Морозов, 2001).

Забруднення водойм підрозділяють на алохтонне - що вноситься ззовні, і автохтонне - власне забруднення. Автохтонне забруднення відбувається в результаті життєдіяльності водних організмів, у тому числі і прибережно-водної рослинності. Після відмирання в середу надходять їх метаболіти, біогенні речовини і продукти розпаду. Алохтонні забруднення - це все те, що приносять у водойми стічні води, поверхневі стоки, дощові і повітряні маси.

Особливою формою забруднення є евтрофірованіе водойм, тобто збагачення їх біогенними речовинами, що призводить до інтенсивного розвитку водоростей і прибережних рослин. Це найчастіше відбувається за рахунок надходження у водойми побутових і сільськогосподарських стоків. Здатність водної рослинності до накопичення та використання цих речовин (насамперед фосфору й азоту) робить їх активними учасниками процесу самоочищення природних вод.

Забруднення водойм призводить до зміни структури спільнот, їх видового і кількісного складу. Інтенсивні забруднення сільськогосподарськими та побутовими стоками призводять до заростання і заболочування водойм, а промисловими - до порушення і повної деградації біоценозів.

Водойми мають унікальну властивість - здатність до самоочищення. Під самоочищенням розуміється комплекс впливу хімічних, фізичних та біологічних факторів на екосистему водойми, в результаті діяльності яких якість води приходить до первісного (або близькому до нього) станом. Зрозуміло, це спостерігається при невеликому ступені забруднення водойм.

До фізичних факторів належать такі процеси, як седиментація завислих речовин, вітрові перемішування, течії, коливання температур та ін. Хімічні процеси самоочищення - це окислення і розпад органічних речовин у водоймі, які призводять до появи в середовищі відносно простих

сполук (аміак, вуглекислота, нітрати, сульфати, фосфати, метан). Останні надалі утилізуються різними гідробіонтами. Біологічне самоочищення водойм здійснюється за рахунок життєдіяльності рослин, тварин, грибів, бактерій і тісно пов'язане з фізико-хімічними процесами.

Самоочищення водойм здійснюється в анаеробних і аеробних умовах. Анаеробно протікають процеси руйнування органічних речовин з переважним участю бактерій, грибів і найпростіших. У цьому випадку в процесі розпаду органічного матеріалу в середовищі накопичують проміжні продукти (аміак, сірководень, низькомолекулярні жирні кислоти та ін.), які за наявності кисню окислюються далі.

В аеробних умовах руйнування органічного субстрату здійснюється в присутності кисню до простих сполук, які в подальшому залучаються до біотичний кругообіг. У цьому процесі беруть участь практично все населення водойм. Велику роль в процесах самоочищення забруднених вод відіграють прибережно-водні рослини.

Прибережно-водна рослинність, виділяючи при фотосинтезі кисень, робить благотворний вплив на кисневий режим прибережної зони водойми. Живуть на поверхні рослин бактерії і водорості (перифітон) виконують активну роль в очищенні води. У заростях прибережно-водних рослин розвивається фітофільна фауна, яка також бере участь у самоочищенні води та донних відкладень; організми бентосу утилізують органічна речовина мулів і мешкають там бактерій. Під впливом усіх цих процесів у воді підвищується вміст розчиненого кисню, зростає її прозорість і вміст біогенних речовин, знижується мінералізація води і кількість проміжних продуктів розпаду органічної речовини (Кузнецов, 1970).

В останні роки макрофіти стали успішно використовуватися в практиці очищення вод від біогенних елементів, фенолів, ароматичних вуглеводнів, мікроелементів, нафти і нафтопродуктів, важких металів, різних мінеральних солей зі стічних та природних вод, в знезараженні тваринницьких стоків від різних форм патогенних мікроорганізмів.

Роль прибережно-водних рослин в самоочищенні водойм в загальному вигляді можна звести до наступного:

1. Механічна очисна функція, коли в заростях рослин затримуються зважені і слабозрочинні органічні речовини;
2. Мінералізація і окислювальна функція;
3. Детоксикація органічних забруднювачів.

Механічна очисна функція. Разом з поверхневими стоками у водойми надходить велика кількість зважених і слабозрочинних органічних і мінеральних речовин. Прибережно-водна рослинність разом з тваринами-фільтраторами (моллюсками, зоопланктоном) виконує роль механічного фільтра. Роль тварин-фільтраторів в цьому процесі досить велика. Так, в

Волгоградському водосховищі двостулкові молюски (при чисельності близько 650

екз. / м<sup>2</sup>) за вегетаційний період відфільтровують близько 840 млрд. м<sup>3</sup> води. При цьому вони витягують з товщі води 96 млн. Тонн завислих речовин, з

яких 1/3 осаджують на дні (Кондратьєва, 1970). Інтенсивність фільтрації води ракоподібними така, що вони здатні профільтрувати весь обсяг води всього за кілька діб (Гутельмахер, Садчиків, Філіппова, 1988).

Ефективність дії фільтруючого бар'єру визначається густотою фітоценозу (тобто, кількістю пагонів на одиницю площі), наявністю у рослин водних коренів і ступеня їх розвитку, формою і величиною листя і загальною поверхнею рослин. Це призводить до зменшення швидкості течії в зоні заростей та осідання зважених часток.

Осіданню суспензії сприяє слиз на поверхні рослин. Дослідження показали, чим більше поверхня рослин та їх ослизненням, тим ефективніше здійснюється очищення води від зважених часток. Рослини здатні утилізувати і включати в свій метаболізм деяку кількість осіли на їх поверхні органічних і мінеральних суспензій, в тому числі і токсичних сполук. Частина їх інактивується в рослинних тканинах і акумулюється в надводних і підземних органах рослин. Деякі сполуки, такі як феноли, ароматичні вуглеводні виділяються в атмосферу через продиhi. Стебла і листя рослин утворюють величезну поверхню для розвитку перифітона, який виконує активну роль в очищенні води.

Велике значення має наявність у деяких рослин водних коренів. У очерету, приміром, вони утворюються під водою у вузлах пагонів. Загальна поверхня цих коренів залежно від числа пагонів може в 10-15 разів перевищувати площу, займану рослинами. Роль водних коренів в очищенні води від розчинених і зважених часток надзвичайно велика. Так, в лабораторних експериментах зарості очерету та рогузу затримували водними корінням до 90% зважених речовин, що містяться в тваринницьких стоках (Кроткевіч, 1982). Ці дослідження свідчать про великі можливості використання прибережно-водної рослинності для захисту водойм від зваженого матеріалу, що міститься в стічних водах.

На рослинах добре затримуються не тільки зважені частинки, але й органічні емульсії, жирові і нафтові плівки. Вони разом з мінеральними частинками і органічними суспензіями утворюють більші агрегати, які в подальшому руйнуються вже донними організмами. Наприклад, розкладання нафти в присутності рослин протікає в 3-5 разів інтенсивніше, ніж без них (Морозов, 2001).

У літній час при зниженні рівня води в річках і водосховищах частина прибережної рослинності виявляється на суші. Поверхневі стоки, потрапивши в такі зарості макрофітів, частково затримуються ними,

частково просочуються в ґрунт, і просуваються далі до річки підземним стоком. При цьому практично всі зважені і багато розчинені забруднюючі речовини затримуються ґрунтом і корінням прибережних рослин. Корінням рослин, в першу чергу поглинаються органічні речовини і біогенні сполуки (азот, фосфор, калій та ін.).

У заростях має місце і переробка осіла на рослинах суспензії. Органічні і мінеральні компоненти використовуються в процесі метаболізму самих рослин та їх обростувачів.

Під впливом фітофільтрації збільшується прозорість води, знижується її мінералізація. Основна роль у цьому процесі належить прибережним (очерету, рогозу, очерету, манника і ін.) і зануреним рослинам (рдестов, елодії, куширу, урути та ін.).

Вища водна рослинність сприятливо впливає на кисневий режим водойми. У фотосинтетичної аерації водойм макрофіти відіграють не меншу роль, ніж фітопланктон. Вміст кисню у воді під впливом рослин, особливо занурених, збільшується, в результаті чого відбувається швидке окислення органічної речовини, прискорюється процес нітрифікації, посилюється споживання фотосинтетиками вільної вуглекислоти.

Мінералізація складних органічних сполук відбувається в присутності кисню. При сильному забрудненні запаси розчиненого кисню швидко витрачаються, чому самоочищення води сповільнюється. Прибережно-водні рослини роблять благотворний вплив на кисневий режим водойми і тим самим прискорюють процес самоочищення. Деякі дослідники вважають, що чим багатша водойму рослинами, тим вище його Мінералізаційна здатність. Це відбувається не тільки за рахунок виділеного рослинами кисню, а й за рахунок того, що макрофіти своєю присутністю створюють сприятливі умови для життєдіяльності бактерій, перифітона, мешканців товщі і дна водойми.

Великі макрофіти (такі як очерет, рогіз, рдести, роголістник та ін.), Затіняючи поверхню води і поглинаючи біогенні та інші мінеральні сполуки, є потужним антагоністом синезелених та інших водоростей, пригнічують їх розвиток і цим вони усувають шкідливий для гідробіонтів «цвітіння» водойм.

В процесі метаболізму вищі водні рослини виділяють в середу фізіологічно активні речовини, типу фітонцидів та антибіотиків. Це призводить до зниження чисельності патогенної мікрофлори. Показано, що в заростях макрофітів коли-титр буває значно нижче, ніж у відкритих ділянках водойми. Крім того, рослини виділяють в середу різні метаболіти, органічні кислоти, поліфеноли, які надають сприятливий вплив на життєдіяльність гетеротрофних бактерій та інших організмів. Стебла рослин являють собою величезну поверхню для розвитку різних



мікроорганізмів, які виконують активну роль у деструкції органічної речовини та очищення води.

Враховуючи позитивний вплив рослин на мінералізацію органічної речовини у водоймах, деякі дослідники пропонують культивувати їх з метою підвищення очисної здатності водойм різного призначення, боротьби з «цвітінням» вод і розмивом берегів (Мережко, 1973; Кроткевіч, 1976, 1982; Морозов, 2001).

Яким же вимогам повинні задовольняти прибережно-водні рослини? Вони повинні бути максимально стійкі до сильно забруднених стоків, мати потужну кореневу систему, здатну поглинати і переробляти багато забруднення, добре рости в забруднених водоймах, утворювати високорослі й густі зарості, продукувати велику біомасу, здатну акумулювати багато мінеральні та токсичні речовини, легко поновлюватися при скошуванні .

У першу групу входять такі прибережні рослини, як очерет, рогіз, очерет, ірис, аїр, маннік, їжачоголівник та ін.

Другу групу представляють рослини, плаваючі на поверхні води: ряски, кубушка, латаття, сальвінія, водокрас та ін. Вони використовуються для доочищення стоків, які пройшли повну біологічну очистку. Певний інтерес представляють ряски, добре ростуть на розведених тваринницьких стоках.

Третя група - це повністю занурені рослини. Їх роль зводиться до механічного затримування суспензій і поглинанню з води мінеральних і органічних речовин. Найбільш типові види - рдести, уруть, роголістник, елодея. Вони утворюють густі зарості на глибині 2-3 метри. Дослідження показали, що швидкість поглинання фосфору зануреними рослинами в 2-10 разів вище, ніж - полупогруженном (такими як стрілолист, маннік, рогіз та ін.) (Дмитрієва, Ейнор, 1987).

Багато фахівців вважають, що саме прибережно-водна рослинність є основним фактором формування і регулювання якості води природних водойм, оскільки рослини у великих кількостях поглинають не тільки біогенні, баластні, а й токсичні речовини мінерального і органічного походження. До того ж летюче- водні рослини здатні рости і розвиватися при нестачі і навіть при повній відсутності кисню в илах завдяки аеренхімому будовою коренів і інших органів. Крім того, водна рослинність, насамперед високоросла, надає механічне і фізико-хімічний вплив на водне середовище, в якій вона розвивається.

Акумуляція рослинами хімічних елементів. Рослини здатні витягувати з води багато життєво важливі для них елементи і органічні сполуки і цим знижують ступінь евтрофірування водойм.

## 11 РОЗМНОЖЕННЯ І ПОНОВЛЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН

Еволюційно всі водні рослини є вдруге водними, пристосуватися до життя у воді. Зважаючи на значну консервативності водного середовища більшість водних рослин мають широке поширення, а деякі є космополітами. Прибережно-водні рослини - в основному це кореневищні багаторічники, що відрізняються широкою екологічною амплітудою; можуть рости в найрізноманітніших умовах, здатні жити як в прісній, так і в мінералізованій воді, у водному середовищі і у вигляді наземних форм, більш-менш тривалий час існувати на суші, у сирих місцях або в прибережжях морів. Однолітніх видів серед прибережно-водних рослин дуже мало.

Більшість водних рослин цвіте і плодоносить над водою. Тих, у яких звітка цикл розвитку відбувається під водою, порівняно небагато. Крім генеративного способу розмноження, часто пригніченого, у водних рослин широко розвинене вегетативне розмноження за допомогою кореневищ, частин стебел, нирок, туріони і т.д. Деякі види розмножуються в основному вегетативним шляхом.

Деякі водні рослини (наприклад, наяда, роголістник) запилюються під водою; в інших - квітки піднімаються над поверхнею води, де і відбувається запилення. Насіння і плоди прибережно-водних рослин поширюються в основному вітром, водними течіями, птахами. Наприклад, насіння рогозу розносяться вітром. Вітер жене їх по поверхні води. Протримавшись так 1-3 дні, плоди осідають на дно, де і проростають навесні наступного року. У латаття кожне насіння оточене своєрідним мішком, заповненим повітрям. Дозрівши, плід занурюється у воду. Після його сгнівання насіння звільняються і спливають. Покривало, заповнене повітрям, тримає насіння на поверхні води. Течії розносять насіння латаття на великі відстані. З часом повітря виходить, і насіння осідає на дно, де проростає наступної весни. Такі рослини, як ряска, переносяться з однієї водойми в іншій на поверхні птахів або тварин.

Насіннєве розмноження. При вивченні насіннєвої продуктивності прибережно-водних рослин зазвичай оперують такими поняттями:

- Середня насіннєва продуктивність - середнє число насіння на одну особину або на один генеративний пагін.

- Загальна насіннєва продуктивність, або урожай насіння, - число насіння того чи іншого рослини на одиницю площі.

Урожай насіння залежить від числа генеративних особин на одиниці площі і від середньої продуктивності особин. Насіннєва продуктивність рослин докладно розглянута в роботі Т.А.Работнова (1960).

Разові визначення середньої та загальної насінневої продуктивності проводять на облікових майданчиках. В залежності від завдань під спостереження беруться всі види, що виростають на обліковій площадці. При цьому співтовариство, в якому закладена майданчик, детально описується, наголошується стан рослин і фактори середовища проживання. Перед збиранням насіння і плодів на майданчику підраховується кількість плодоносних особин досліджуваних видів, кількість генеративних пагонів, плодів і суплідь у кожної особини, кількість насіння на кожен плід і соплідий. Число насіння підраховується у кожної особини окремо. Для прискорення роботи з підрахунку насіння плодоносні рослини об'єднують; підрахунок проводять цілком у всіх особин. Щуплі і недорозвинені насіння відкидають.

У рослин, які ростуть у воді, обережно зрізають генеративні пагони, підрахунок їх насіння проводиться на березі або в лабораторії. При роботі з зануреними плодоносними під водою рослинами потрібно брати укуси в їх заростях; потім з усієї маси рослин відбирати особини з плодами.

У рясно плодоносних рослин (наприклад, рогозу, очерету, очерету), на обліковій майданчику реєструється число генеративних особин, а кількість насіння підраховується тільки у невеликого числа рослин - 5-10 екземплярів.

Багаторічні спостереження за середньої насінневою продуктивністю і урожаєм насіння проводяться на фіксованих майданчиках, на яких щорічно перераховуються всі плодоносні особини видів.

Для визначення запасу насіння в донних відкладеннях зразки відбираються пошарово в десятиразовій повторності. Для їх відбору користуються дночерпателем Мордухай-Болтовського, поршневий трубкою, формами у вигляді циліндра, які вдавлюються в ґрунт. Ґрунт поміщають в поліетиленовий пакет, і надалі аналізується лабораторних умовах.

Насіння у багатьох видів рослин проростають не відразу, а у деяких видів можуть довго зберігати життєздатність і накопичуватися в ґрунті і илах. Наявність насіння в ґрунті було відомо давно. Ч.Дарвін першим визначив кількість насіння в мулі. У «Походження видів» він писав: «... я взяв три столові ложки мулу під водою з трьох різних місць на березі невеликого водоймища; ... В продовження шести місяців я зберігав його під ковпаком у моєму робочому кабінеті, зриваючи і відраховуючи кожне проростає рослинка; рослини були різних видів, і число їх досягло 537 ».

Надалі насіння були виявлені в ґрунтах і мулах всіх природно-географічних зон, від тундрових до зон вологих тропічних лісів і зон пустель. Положення, висловлене В.И.Вернадским, що «усюди в ґрунтах знаходяться запаси насіння в латентному стані ...» виявилось справедливим.

Насіння, що знаходяться в ґрунті і илах, досить довго зберігають життєздатність. Так, зерна водяного рису (*Zizania aquatica*) після дозрівання опадають і лежать на дні до наступної весни без втрати схожості, тоді як при сухому зберіганні практично повністю втрачають схожість вже через 2 місяці (Лопатин, 1951). Про наявність насіння в илах можна судити про історію та флористичному складі колишніх фітоценозів.

Насіння осок, Ситников можуть довго зберігати життєздатність в похороненому стані до 80 років (Работнов, 1983). У цій же роботі наведені відомості, що деякі наземні рослини здатні зберігати схожість протягом 1700 років.

Вегетативне розмноження. Здатність до вегетативного розмноження у водних рослин дуже велика. У багатьох представників водної флори вегетативне розмноження переважає над генеративних, яке дуже часто придушене або відсутній зовсім. Розмноження ряски здійснюється в основному вегетативним шляхом; час подвоєння маси по сухій речовині становить 5-6 діб, а за кількістю «листочків» - 2-3 (Кроткевіч, 1982).

Вивчення вегетативного розмноження рослин проводиться на окремо зростаючих (маркованих) особинах або в фітоценозе на невеликих облікових майданчиках. Спостереження проводиться протягом усього вегетаційного періоду в різних екологічних умовах. У різні терміни визначається стан органів вегетативного відтворення рослин, робляться замальовки, фотографування, ведеться кількісний облік. Спостереження за вегетативним розмноженням занурених рослин проводиться одночасно з вивченням кореневої системи траншейним методом і методом горизонтальних розкопок (Катанське, 1981).

При спостереженнях за зануреними і плаваючими рослинами особлива увага звертається на здатність утворити нирки перезимівлі; початок формування, форму, умови перезимівлі, особливості проростання та ін. При спостереженні за вегетативним розмноженням необхідно враховувати те, що протягом року рослини можуть розмножуватися різними способами (насіньним і вегетативним). У цьому випадку необхідно проводити детальний опис якісних та кількісних характеристик рослин, а також - вплив на них різних факторів середовища, людини і тварин (Катанське, 1981).

Поновлення після зрізування. При експлуатації водойм необхідна періодична прибирання (викошування) прибережно-водної рослинності. Якщо рослини не прибирати, то вся ця маса залишається у водоймі і піддається бактеріальному руйнування. Це стає причиною вторинного, але вже біологічного забруднення водойм.

Найбільш доцільно високорослі рослини викошувати перед цвітінням в період максимальної біомаси. У цьому випадку вони можуть бути

використані як корм для сільськогосподарських тварин. Скошені в цей період рослини досить швидко відростають.

Водні рослини постійно піддаються погриз при харчуванні ними всілякими тваринами - безхребетними, птахами, рибами, ссавцями. Через це рослини часто «розгалужуються» і набувають невластиву їм форму.

Швидкість відновлення рослин потребує детального вивчення. Це дозволить визначити потенційну продукцію рослин при їх інтенсивній експлуатації без підриву репродуктивної здатності.

Вивчення швидкості відновлення рослин після зрізування здійснюється на постійних площадках, на яких зазначаються темп росту рослин, відновлення їх чисельності, біомаси, зміна видового складу фітоценозу, розподіл і т.д. Крім того, спостереження за швидкістю відростання рослин можна проводити безпосередньо на викошених ділянках з використанням модельних рослин або груп рослин.

При вивченні відростання рослин необхідно мати на увазі й те, що деякі з них (наземні та прибережно-водні) здатні переходити в так зване покоїться стан. У подібному стані рослини перебувають частково або повністю. Особливо це часто спостерігається при нестійких водних режимах (в заплавах, лиманах, невеликих пересихаючих річках і озерах). До числа таких видів відносяться очерет, Ситняг, сусак та ін. Наприклад, бульби очерету можуть перебувати в стані спокою до 8 років (Работнов, 1983).

## 12 ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНА РОСЛИН

До основних несприятливих факторів, що впливає на водні рослини, є природні і антропогенні. Серед природних - це кліматичні зміни, зміна водного режиму середовища проживання, сукцесійна зміна фітоценозів, витіснення одних видів рослин іншими. Антропогенні фактори включають зміна умов середовища проживання внаслідок забруднення і евтрофікування, зміна водного режиму водойм в результаті гідромеліоративних робіт; пошкодження заростей макрофітів моторним транспортом, інтенсивний збір охоронюваних видів рослин, господарська діяльність (видобуток рослинної сировини, сапропелю та ін.).

В результаті антропогенних впливів на природні екосистеми відбувається знищення або створюються передумови для зникнення багатьох рідкісних і господарсько цінних видів рослин, у тому числі і занесених до міжнародні та національні Червоні книги.

Стратегія збереження потребують охорони та раціональне використання видів повинна включати охорону конкретних популяцій рідкісних, зникаючих та господарсько цінних видів рослин, а також середовища їх проживання.

Організація охорони рідкісних і зникаючих видів рослин повинна здійснюватися за популяційному рівні, і забезпечувати надійне збереження локальних популяцій та їх комплексів.

Практична робота з охорони видів і популяцій рідкісних і зникаючих видів, занесених до Червоної книги, і їх середовищ існування включає наступні етапи (Гігевіч, Власов, Винаев, 2001; Матвеев, Соловйова, Саксонов, 2004):

1. Організація пошукових робіт з виявлення місцезнаходжень популяцій рідкісних і зникаючих видів, занесених до Червоної книги, проведення їх обліку та забезпечення постійного контролю за їх станом.

2. Створення спеціальної комісії з охорони рідкісних і зникаючих видів рослин і тварин у кожному конкретному регіоні.

3. Визначення місць зростання рідкісних і зникаючих видів, уточнення місця розташування та меж поширення, на яких повинна здійснюватися охорона, встановлення необхідного режиму охорони згідно з рекомендаціями фахівців.

4. Заповнення облікової картки виявленого рідкого або зникаючого виду рослини, а також складання зведеної відомості обліку виявлених місцезнаходжень цих видів. На підставі зведеної відомості проводиться регулярний контроль за станом популяцій.

Основними методами охорони конкретних популяцій рідкісних, зникаючих, а також господарсько цінних видів рослин та їх комплексів у природних умовах є юридичні, екологічні, біологічні, біотехнічні, профілактичні та агітаційно-роз'яснювальні.

Практична охорона популяцій окремих видів рослин повинна поєднувати в собі такі форми діяльності (Гігевіч, Власов, Винаєв, 2001):

- Проведення біотехнічних заходів (штучне розмноження, розведення та розселення рослин у відповідні біотопи; обгородження популяцій для захисту від можливих пошкоджень дикими і домашніми тваринами);

- Обмеження антропогенних навантажень на популяції рідкісних, зникаючих та господарсько цінних рослин;

- Культивування охоронюваних і господарсько цінних рослин в природних умовах (метод полікультур);

- Культивування охоронюваних і господарсько цінних рослин в штучних умовах (у ботанічних садах, розплідниках, ставках та інших штучних водоймах);

- Репатріація зниклих з складу флори видів шляхом штучного заселення їх у природні біотопи;

- Створення банку насіння і насінневого фонду рідкісних, зникаючих та господарсько цінних видів;

- Інвентаризація та картування проживання рідкісних і зникаючих видів;

- Періодична ревізія та картування місцезнаходжень рідкісних і зникаючих видів;

- Визначення чисельності, продуктивності та експлуатаційних запасів охоронюваних видів;

- Утворення спеціальних ботанічних, біологічних та ландшафтних заказників (мікрозаказників), резерватів в місцях зростання особливо цінних популяцій охоронюваних рослин;

- Пропаганда ідей охорони рослинного світу та окремих видів рослин серед місцевого населення.

Деякі з зазначених заходів вимагають спеціальних пояснень.

Інвентаризація рідкісних, зникаючих та господарсько цінних видів рослин - початковий і необхідний етап природоохоронних заходів, в процесі якого виявляються потребують охорони види. Для проведення цього етапу необхідно залучення фахівців відповідних профілів (науковців, учителів біологічного профілю, фахівців лісового господарства).

Біотехнічні заходи радикальним чином сприяють відновленню і примноженню вихідної чисельності і запасів скорочуються видів рослин. Вони проводяться в природних умовах, в умовах полікультури на спеціально відведених для цієї мети ділянках.

Обгородження території прийнятно не для всіх видів рослин. Проведення його має проходити за обов'язковою участю фахівців, тому що найчастіше обгородження призводить до посиленої вегетації практично всіх (у тому числі і небажаних) видів на даній ділянці і може призвести до повного випадання зі складу фітоценозу рідкісних і зникаючих видів внаслідок їх слабкої конкурентоспроможності в порівнянні з домінантними видами.

Основне призначення картування популяцій рідкісних, зникаючих та господарсько цінних видів рослин полягає в точній їх географічній прив'язки на місцевості зі складанням картосхем, що необхідно для подальшого моніторингу стану популяцій.

Визначення чисельності, продуктивності та експлуатаційних запасів охоронюваних і ресурсообразуючих видів рослин має здійснюватися за певними методиками під керівництвом фахівців.

Контроль за станом популяцій (фітомоніторинг) припускає щорічну або періодичну ревізію охоронюваних і експлуатованих популяцій з проведенням по необхідності всіх перерахованих вище заходів. Ці відомості необхідні для організації практичної охорони рідкісних, зникаючих та господарсько цінних рослин.

Перераховані заходи є найбільш загальними заходами щодо охорони і відновлення природних популяцій рідкісних і зникаючих видів рослин. Зрозуміло, необхідні і індивідуальні підходи до організації охорони і раціонального використання того чи іншого виду рослин, виходячи з його біологічних і екологічних особливостей.

Заходи, спрямовані на збереження рідкісних та зникаючих видів рослин вимагають планомірного підходу з урахуванням диференціації за черговістю та інтенсивності природоохоронних заходів (Гігевіч, Власов, Винаєв, 2001):

1. Види, для яких в основному необхідні тільки ревізія і періодичний контроль за їх станом.

2. Види, чисельність яких може сильно зменшуватися внаслідок порушення екологічних режимів їх середовищ існування та надмірної господарської експлуатації.

3. Види, надзвичайно рідкісні в межах всього ареалу через свої екологічних та біологічних особливостей.

4. Види, використовувані як лікарського, технічного та іншого сировини, для інших цілей.

Комплексне використання запропонованих принципів, форм і методів дозволить забезпечити надійну охорону як рідкісних та зникаючих, так і ресурсообразуючих господарсько цінних видів прибережно-водних рослин.



Як вже зазначалося вище, деякі прибережно-водні рослини є лікарськими і інтенсивно заготовлюються. Їх збір деколи приводить до підриву ресурсів, тому щорічні величини заготовок повинні визначатися наступними рекомендаціями (Гігевіч, Власов, Винаев, 2001):

- Для рослин, у яких лікарською сировиною є надземні частини (трава, листя, квіти, суцвіття), щорічні заготовки не повинні перевищувати  $\frac{1}{4}$  частини наявних на даній ділянці лікарських рослин; при зборі плодів і насіння -  $\frac{1}{5}$  частини; коренів і кореневищ -  $\frac{1}{20}$  частини, нирок -  $\frac{1}{5}$  частини їх загальної кількості;

- Листя обрізають тільки частково, залишаючи молоді на кінцях пагонів;

- При заготівлі надземної частини не слід виривати рослину з коренем, необхідно зрізати його вище одревесневшої приземної частини;

- Підземні органи рослини заготовляють після дозрівання і осипання насіння, причому відносно коренів і кореневищ мова йде тільки про певної частини рослини, щоб забезпечити його вегетативне розмноження; молоді екземпляри заготовлювати не слід, оскільки вони не дають поки досить великої маси сировини;

- При заготівлі квітів і суцвіть частина рослин не чіпають, залишаючи їх для обсіменіння; квітки і суцвіття залишають у 20-25% загальної кількості екземплярів експлуатаційного виду на ділянці;

- Після збору підземних частин (бульб, цибулин, кореневищ) весь експлуатаційна ділянка зарівнюється і приводиться в порядок до стану, близького до початкового;

- Після зборів сировини зарості відновлюються повільно, тому не можна вести заготовки щорічно на одному і тому ж місці, необхідно чергувати збір в різних місцях.

Дотримуючись зазначені умови, можна зберегти наявні запаси дикорослих господарсько корисних рослин. В іншому випадку буде спостерігатися щорічна деградація навіть спочатку великих заростей, аж до їх повного знищення протягом декількох років.

## 12.1 Акваріумні та декоративні рослини

Акваріумні рослини. Рослини відіграють важливу роль у формуванні середовища проживання риб акваріума, і, перш за все, в обміні газів. Виділення рослинами кисню і одночасно поглинання ними вуглекислого газу не можна замінити навіть хорошим продуванням води повітрям. Велику роль відіграє і поглинання рослинами органічних і мінеральних речовин, що з'являються у воді внаслідок життєдіяльності риб і розкладання залишків їжі. Завдяки рослинам і мешкають на їх поверхні бактеріям вода очищається від шкідливих для риб продуктів

життєдіяльності природним шляхом. Знову ж ніякі фільтри не можуть замінити в цьому відношенні рослин і бактерій (Ільїн, 1977).

Дуже велика і естетична роль рослин в акваріумі. Рослини відтіняють яскравість забарвлення риб і підкреслюють їх красу. Для деяких видів риб рослини необхідні в якості укриттів; крім того, серед рослин риби ховаються від переслідування агресивних особин свого або іншого виду. Особливо потребують укриття мальки і молодь, що містяться разом з дорослими особинами. Крім того, серед рослин розвиваються найпростіші - корм для мальків.

Для багатьох видів риб рослини є природним субстратом, на який вони метають ікру. Одні види приклеюють ікру до рослин, інші метають її серед заростей. Для багатьох видів риб рослини служать укриттям для ікри від поїдання її батьками. Деякі риби використовують рослини для побудови гнізд (Ільїн, 1977).

У цьому розділі ми не ставимо перед собою мету описати життя і вирощування акваріумних рослин. Для цього є спеціальна література (Золотницький, 1890; Жданов, 1973; Ільїн, 1977; Махлин, 1990; Цірлінг, 1991). Ми тільки хочемо показати широту і спектр використання водних рослин. У більшій частині ми наводимо відомості про рослини нашої країни, які вирощуються в акваріумах. Однак значна частина наших рослин взимку відмирає, тому кількість видів використовуваних рослин невелика. У зв'язку з цим ми наводимо деякі відомості про тропічні рослини, які найбільш широко культивуються в акваріумних умовах.

Існують декілька типів акваріумів. Одні з них використовується тільки для вирощування прибережних і водних рослин. Риба в них, як правило, відсутня. В інших - сполучаються прибережно-водні рослини (болотні і тропічні види) з земноводними і безхребетними. У третіх - вирощують водних рослин разом з рибами.

Перш за все, необхідно сказати, що стан рослин в акваріумі залежить не тільки від фізико-хімічних показників середовища, температури, освітленості, але і від того, які види риб і безхребетні в ньому мешкають.

Деякі риби (гуппі, мечоносці, пецілії, моллінезії) завдяки будові свого ротового апарату (працюючому як скребок) добре знімають наліт з рослин і стінок акваріума і цим сприяють їх зростанню. Ці риби в більшій частині невибагливі і добре розмножуються в будь-якому акваріумі. Панцирні сомики - анціструси харчуються в основному обростаннями кам'яного дна, проте за відсутністю такого можуть очищати і рослини. Красиво забарвлені рибки - Лабе, цілюються гурами - хелостоми, місячні гурами - тріхогастери харчуються обростаннями і непогано знімають нитчасті водорості з листя рослин.

При вирощуванні водних рослин необхідно знати і їх «ворогів»

- Риб, які можуть заподіяти їм багато неприємностей. Вони поїдають листя, пагони рослин, переривають ґрунт.

Перш за все, необхідно згадати харацінових риб - метінніси, які здатні відривати шматки навіть від найміцніших рослин. Тетрагоноптерус (з харацінових) об'їдають молоді ніжні пагони рослин; їм протистоять одні тільки папороті. Деякі види з сімейства цихлід також об'їдають водні рослини або висмикують рослини з ґрунту. Особливо «агресивні» по відношенню до водних рослин види роду тіляпія. Деяких великих видів цього роду розводять як промислову рибу в теплих водоймах. Так само сильно, як цихліди, ворущають ґрунт в акваріумі різні види сомиків, в першу чергу торакадуми. Дорослі барбуси часто відщипують верхівкові бруньки рослин, відривають молоде листя. Найбільш поширені золоті рибки із задоволенням відщипують молоді і ніжні листочки рослин, в першу чергу - з пір'ястими листям. Крім того, риучись у ґрунті, вони взмучивають мул, який осідає на рослинах.

Більшість видів равликів є санітарами акваріума. Найчастіше в акваріумах містять червоних катушок. Вони добре справляються з обростаннями рослин і стекол, знімають з поверхні води бактеріальну плівку. Вони практично не псують рослини, поки їм вистачає корму. Якщо ж природного корму (обростань) не вистачає, равлики переходять на харчування водними рослинами. Фізи і фізелли, так само як і катушки, добре знімають обростення, однак при цьому проїдають в листі дрібні дірочки. Великі молюски ампулярії всеїдні - очищають акваріум від обростань, поїдають залишки корму, відмерлі частини рослин, однак при недоліку корму можуть пошкоджувати рослини.

Лужанки і прудовики, взяті з природних водойм, активно поїдають водні рослини. Крім того, деякі з них є проміжними господарями багатьох паразитів риб.

Акваріумні рослини можуть бути об'єднані в наступні біологічні групи: 1. Плаваючі на поверхні води; 2. Плаваючі в товщі води; 3. вкорінюються в ґрунті.

З рослин середньої смуги нашої країни найбільш часто вирощують такі види:

Сімейство харовіє (Characeae). Блестянка гнучка - *Nitella flexilis* (L.) Agardh. Поширена по невеликих водойм Європи, Азії та Америки, де утворює густі підводні зарості. Стебла довгі, сильно розгалужені, темно-зелені, що утворюють по всій довжині ниткоподібні мутовки, коренева система відсутня. Найкращих результатів при культивуванні блестянки можна домогтися, якщо її не пересаджувати. На ній добре осідають зважені частинки, тому вода при наявності цієї рослини виявляється досить чистою. Є хорошим кормом для багатьох акваріумних риб. Близька до цього виду блестянка великоплідна

- *Nitella megacarpa* Allen., Поширена у водоймах атлантичного узбережжя США. Обидва види краще виглядають при вирощуванні з іншими рослинами.

Сімейство річчєвіє (Ricciaceae). Річчя плаваюча - *Riccia fluitans* L. відноситься до представників печінкових мохів; широко поширена в стоячих і повільно поточних водоймах усіх континентів. Це красиве яскраво-зелена рослина ажурною форми плаває на поверхні води. Тіло Річчі утворює слань і складається з дрібних розгалужених пластинок. Розмножується дуже швидко, покриваючи всю поверхню води суцільним килимом і виступаючими над водою пластинками. Служить притулком для мальків риби, субстратом для нересту і матеріалом для побудови гнізд риби.

Сімейство джерельні (Fontinalaceae). Фонтіналіс звичайний ключовий - *Fontinalis antipyretica* Linne поширений в різноманітних водоймах північної півкулі Землі і має багато форм і підвидів. Любить виключно чисту, м'яку воду. Незначна муть згубна для цієї рослини. Освітлення повинне бути помірним (розсіяним), так як при надлишку світла на моху розвиваються водорості, що призводить до його загибелі. Фонтіналіс є прекрасним притулком для мальків, субстратом для нересту багатьох риби. Розмножується діленням куща.

З тропічних мохів в акваріумах широко культивується мох яванський - *Vesicularia dubyana* (C. Muller) Brotherus (з сімейства гіпнових - Нурпасає). Поширений у водоймах островів Індо- малайської зоогеографічної області. Являє собою переплетення тонких ниток темно-зеленого кольору, що прикріплюються до каменів і корчів ризоїдами. Дрібні листочки розташовані на красиво розгалужених стеблинках. Невибагливо щодо складу води, ґрунту та освітлення, тому широко поширене серед любителів акваріума. Росте повільно протягом усього року. Яванський мох прекрасне декоративна рослина; хороший субстрат для нересту багатьох видів риби. Легко розмножується вегетативно.

Сімейство Ізоетопсиди (Isoetaceae). Полушнік озерний - *Isoetes lacustris* L. поширений у водоймах Сибіру, Європи і Північної Америки. Зустрічається в озерах з чистою, прозорою водою. Листя прикореневі, зібрані в листову розетку. Розмножується діленням кореневищ і спорами. Рослини краще вирощувати у вологій оранжереї, а потім найбільш сильні екземпляри переводять в акваріум.

Сімейство Марсилієві (Marsileaceae). Пілюльниця шароносних

- *Pilularia globulifera* L. - широко поширена рослина у водоймах Європи. Має довге, тонке кореневище стелющеся по поверхні ґрунту з тонкими додатковими коренями. Рослина найкраще розвивається в м'якій воді при 18-20°C з природним освітленням. Легко розмножується поділом кореневища. Марсилія чотирехлістна - *Marsilea quadrifolia* L. - виростає в

дрібних водоймах, канавах, по берегах річок і озер. Ця рослина придатне для холодноводного акваріума.

Найбільш добре розвивається марсилія в необогреваних акваріумах з природним світлом; листя в цьому випадку стають більшими, а черешок коротше. Рівномірно зростає протягом всього року. Розмножується розподілом повзучого кореневища; найкраще в умовах вологої оранжереї, після чого пересаджують в акваріум.

Сімейство Сальвінієві (Salviniaceae). Сальвінія плаваюча - *Salvinia natans* (L.) Allioni - поширена у водоймах Європи, Північної Африки та Малої Азії. Це широко поширений у акваріумів невибагливий папороть, плаваючий на поверхні води. сальвінія

потребує хорошого верхнього світлі; відносно температури вона невибаглива. Рослини, взяті з водойм, можна розводити тільки в літню пору року. Взимку вони гинуть. Рослина розмножується стебловими нащадками і спорами. Його можна зберегти тільки в холодноводних посудині, розміщеному в зимовій оранжереї. Коріння і підводні листя сальвінії служать притулком для мальків і місцем нересту деяких риб. Для тепловодних акваріумів більш придатні тропічні види - сальвінія вухата (*Salvinia auriculata* Aublet.) І сальвінія продолговатолістна (*Salvinia oblongifolia* Martius). Всі види сальвінія в акваріумі виростають в чистій воді при розсіяному і в той же час яскравому верхньому світлі.

Сімейство Азолловіє (Azollaceae). Азолла каролінська (*Azolla caroliniana* Willdenow.), Азолла папоротникова (*A. filiculoides* Lamarck), азолла периста (*A. pinnata* R.Brown.) - Тропічні види. Азолла - папороть, подібно сальвінії, у неї немає коренів, їх замінюють підводні ниткоподібні листя. Азолла плаває на поверхні води, дрібні листочки розташовані попарно, подібно черепиці, на гіллястому стеблі. Рослині для росту потрібно багато яскравого верхнього світла. Має яскраво виражений сезонний характер росту з періодом спокою в зимовий час. Рослина розмножується вегетативно, а також спорами; останні зберігаються в донному мулі до весни. З інших тропічних папоротей в акваріумах вирощують рослини сімейства Багатоніжкові (Polypodiaceae), рогоподібних (Parkeriaceae).

З сімейства рдестових (Potamogetonaceae) в акваріумах вирощують ряд тропічних видів - рдест Гайя (*Potamogeton Gayi* A.Bennett), рдест восьмигичинковий (*P. octandrus* Poiret.), Ряд далекосхідних рдестов. Серед численних видів цього сімейства більшість мають великі розміри, і вимогливі до умов утримання. Цим, мабуть, пояснюється те, що вони досить рідко зустрічається у любителів акваріума. Розмножуються в основному вегетативно - шляхом живцювання стебла і діленням кореневища.

Поширені в акваріумах багато тропічні рослини: близько 40 видів сімейства апоногетоновцевих (Aponogetonaceae), рід ехінодорус (Echinodorus) сімейства Частуховіе (Alismataceae) близько 30 видів і більше 20 видів роду стрелолист (Sagittaria).

З сімейства водокрасових (Hydrocharitaceae) найбільш відомий такий вигляд, як водокрас жаб'ячий (Hydrocharis morsus-ranae L.), повсюдно поширений у водоймах зі стоячою водою середньої смуги Європи та Азії. Плаває на поверхні води. Розмножується переважно вегетативним способом - пагонами. Останні йдуть горизонтально під водою і на своїх кінцях дають початок новим рослинам.

Зимові нирки водокраса володіють слизовими оболонками. Завдяки цьому вони приклеюються до тваринам і птахам і можуть переноситися з однієї водойми в іншій. Водокрас чутливий до забруднення вод і виростає тільки в чистих водах. Водокрас можна утримувати в будь-якому акваріумі з верхнім освітленням.

Валіснерія спіральна (Vallisneria spiralis L.) широко поширена як у стоячих, так і в текучих водах всієї земної кулі, в основному в тропіках і субтропіках. У межах нашої країни вона зустрічається тільки в південних районах і на Далекому Сході. Валліснерія виростає північніше основного ареалу тільки у водоймах-охолоджувачах атомних і теплових електростанцій. Рослина цікаво процесом запилення. Чоловічі квітки на коротких квітконіжках зібрані групами в пазухах листків; жіночі квітки на інших рослинах забезпечені довгими цветоножками і до часу розпускання виявляються на поверхні води. У цей час чоловічі квітки відриваються від своїх цветоножек, спливають на поверхню води. Вони переносяться течією або вітром на розкриті жіночі квітки і запліднюють їх висипає пишком. Після запліднення довга квітконіжка жіночого квітки закручується спіралью, опускається на дно водойми, де відбувається подальше дозрівання зав'язі (Жданов, 1973). валліснерія -

рослина невибаглива як відносно ґрунту, температури (15-20°C), так і світла. В акваріумах найчастіше містять валліснерію спіральну, форму крученолістную - *Vallisneria spiralis* L., f. *tortifolia* Wendt, що відрізняється закрученими в штопор більш широким листям. Вона віддає перевагу більш високій температурі (18-25°C), і не витримує солей заліза.

Елодея канадська (*Elodea canadensis* Michaux) широко поширена у всіх водоймах Північної Америки і акліматизована в багатьох країнах. Елодея рослина дводомна, але в Європі зустрічаються тільки жіночі рослини; у зв'язку з цим розмножується вегетативно. При статевому розмноженні запилення відбувається аналогічно валліснерії. Вона віддає перевагу чисту воду, помірний світло, до температури не вибаглива. Влітку елодея бурхливо розростається, а восени відмирає. Служить гарним субстратом для нересту багатьох видів риб. Існують і інші види Елоді. Приміром,

елодея зубчатая (*Elodea densa* Plancon) зовні мало чим відрізняється від попереднього виду, однак розвивається протягом цілого року і легко переносить більш високі температури. Тому є бажаним рослиною для акваріума.

Телорез алоевідний - *Stratiotes aloides* L. - широко поширений у водоймах Європи. Листя в прикореневій розетці, широколінійні, довгі й жорсткі, по краях зазубрені. Стебло з короткими повзучими

пагонами. Коренева система в початковій стадії розвитку, коли воно знаходиться під водою, розвинена слабо. З розвитком листя розвивається і коренева система, поступово рослина спливає на поверхню водойми. Осінні пагони телореза не розвиваються в дорослі рослини, а опускаються на дно, де й зимують. Навесні вони дають початок новим рослинам. Телорез хороший для вирощування в акватерраріумі.

Сімейство ароїдних (*Araceae*). Найбільш часто в акваріумах і акватерраріумах вирощують тропічні рослини з роду криптокорина (*Cryptocoryne*), яких більше 50 видів. Поширена в Південно-Східній Азії. Це прекрасне декоративне рослин з широким листям на довгих черешках. Крипторини воліють м'яку воду і яскраве освітлення; оптимальна температура - 24°C. Рослини переносять повне затемнення, необхідне для розвитку ікри багатьох видів риб. Розмножуються кореневими паростками.

Пистія, водний салат (*Pistia stratiotes* L.) поширена у водоймах тропічних областей Африки. Велике плаваюча рослина. Його блакитно-зелене листя, покриті волосками, зібрані в розетку; коренева система сильно розвинена, має потужну кореневу систему. Пистія вимагає яскравого світла. Оптимальна температура води для неї 22- 26°C. Влітку розмножується вегетативним шляхом, взимку зростає значно гірше і, як правило, гине. Вдається розмножувати насінням. якщо взимку

неможливо створити для рослини оптимальні умови, його можна помістити у вологу камеру і містити на подушечці з болотяного моху або торфу, а навесні переводити в акваріум. Добре розвинена коренева система служить притулком для мальків риб і субстратом для розмноження.

Сімейство ряскових (*Lemnaceae*) представлено такими видами як ряска маленька (*Lemna minor* L.), ряска горбата (*L. gibba* L.), ряска тридольна (*L. trisulca* L.), многокоренник звичайний (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), вольфія бескорнева (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimmer.). Плаваючі на поверхні і напівзанурені у воду рослини. Зустрічаються в стоячих і медленнотекущих водах. Ряски невибагливі щодо температури і при верхньому світлі добре розмножуються. Штучне додаткове освітлення в акваріумі в зимовий час дає можливість утримувати її протягом цілого року. Є хорошим кормом для рослиноїдних риб. Зарості служать укриттям для мальків і нерестилищем для ряду риб.

Рослини сімейства кабомбових (*Samombaceae*) мають листя двох видів - підводні розсічені на дрібні вузькі частки і плаваючі лінійні листя. Ці красиві тропічні рослини воліють м'яку воду; ростуть у вигляді куща з м'ясистим стеблами і в'ялоподібними мелкорассеченими листям. Потребує хорошого освітлення. Рослина добре пристосовується до різних умов, швидко зростає і активно бере участь у кругообігу речовин акваріума. Кабомба рівномірно зростає протягом року. До умов утримання рослини порівняно невибагливі, проте вони люблять чисту воду. Муть осідає на її листі, через що рослина втрачає привабливість і декоративні якості. Легко розмножується живцюванням стебла і кореневища. Найбільш відомі кабомба водна (*Sabomba aquatica* Albert.), Кабомба австралійська (*S. australis* Spegazzini), кабомба Вармінга (*S. Warmingii* Caspary.) з Південної Америки, кабомба Гарднера (*S. piauhyensis* Gardner) з Південної Америки та Індії.

Сімейство роголістниковіе (*Ceratophyllaceae*) в акваріумах представлені двома видами, близькими з екології - роголистником темно-зеленим (*Ceratophyllum demersum* L.) і роголистником світло-зеленим (*S. submersum* L.). Ці два види - космополіти, широко поширені в стоячих водоймах нашої країни. Роголістник утворює сильно розгалужені стебла, часом виступають з води. Листя розташовані в мутовках. Роголістник витримує будь-яку температуру, але любить яскраве світло. Взяті з природних водойм рослини найкраще висаджувати в акваріум навесні. Взимку, рослина, подібно до більшості рослин середньої смуги, відмирають, залишаючи зимуючі бруньки, які навесні дають початок новим рослинам. Листя куширу збирають на своїй поверхні суспензія, тому його слід періодично промивати свіжою водою. Умови утримання двох видів куширу аналогічні. Роголістник легко розмножується діленням стебла.

Для вирощування в різних типах акваріумів використовуються тропічні рослини сімейства онагрікових (= осліннікових) (*Onagraceae* = *Oenotheraceae*) різні види людвігії (*Ludwigia*). Це - одне з найбільш широко поширених акваріумних рослин. Вона невибаглива до умов утримання, але воліє сильний розсіяне світло і температуру 20-25°C.

Сімейство сланоягодникових (*Haloragaceae*) в акваріумах представлено видами перистолистника (*Myriophyllum*). З видів широко поширених у водоймах Росії і часто використовуються для вирощування в холодноводних акваріумах можна назвати перистолистник мутовчатий (*Myriophyllum verticillatum* L.).

Багато видів прибережних і водних рослин досить складно культивувати в невеликих за обсягом акваріумах через великих розмірів і необхідності періоду спокою в зимовий період. Їх можна



культивувати в якості декоративних рослин для озеленення відкритих водойм.

Декоративних рослин. Деякі прибережно-водні рослини дуже красиві і використовуються для прикраси водойм у межах міста або на присадибних ділянках. Для озеленення водойм використовуються види рослин, які садівники-озеленювачі умовно ділять на такі групи:

1. Болотні рослини - коріння знаходяться у вологому ґрунті, а листя і квітки - над поверхнею землі.

2. Прибережні рослини - коріння - в ґрунті під водою, а велика частина втечі - в повітрі.

3. Рослини - генератори кисню - сама рослина перебувати в товщі води, а його квітки (якщо вони є) - на поверхні води, або під водою.

4. Рослини, плаваючі на поверхні води, - їх корені знаходяться в товщі води або донному ґрунті, листя і стебла плавають біля поверхні води, квітки (якщо вони є) знаходяться на поверхні води або над водою.

5. Рослини, у яких корені знаходяться в донному ґрунті, листя - на поверхні води, квітки - на поверхні або над водою.

До останньої групи відносяться різні види родини кувшинкових (*Nymphaeaceae*) і, в першу чергу, види і сорти родів латаття (*Nymphaea candida*), крийвок (*Nyphar luteum*) і німфейніка (*Nymphoides peltata*). Кількість сортів одних тільки латаття налічує кілька десятків. Залежно від розміру квіток і листя їх ділять на чотири групи: карликові, дрібні, середні і великі. З крийвок в декоративних цілях вирощують декілька видів і сортів. Серед фахівців - озеленювачів немає єдиної класифікації видів і тим більше сортів німфейних рослин. Тропічні латаття не придатні для вирощування у відкритих водоймах середньої смуги нашої країни.

Плаваючі рослини затіняють воду; це оберігає її від перегріву і перешкоджає розвитку мікроводоростей. Рослини розміщують на сонячній стороні стоячих водойм. Деякі види витримують невелике затінення і плинність вод.

Плаваючі на поверхні води рослини досить швидко розростаються і можуть покрити поверхню водойми суцільним килимом. У великих водоймах зростання цих рослин важко обмежувати. Багато рослин цієї групи восени утворюють зимуючі бруньки (туріони), які опускаються на дно, де знаходяться до початку наступного вегетаційного періоду. Найбільш невибагливими рослинами є: водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*), всі види рясок (*Lemna*), многокоренник (*Spirodela polyrrhiza*), деякі види водяного горіха (*Trapa*), телорез (*Stratiotes aloides*), пухирчатка (*Utricularia vulgaris*) та ін.

Рослини - оксигенатори є однією з основних груп, види якої запобігають забрудненню води, служать кормом і місцем нересту багатьох риб. Підводні частини рослин поглинають з води мінеральні речовини і

вуглекислий газ і перешкоджають розвитку водоростей. Найбільш невибагливими рослинами є такі види: роголістник темно-зелений (*Ceratophyllum demersum*), елодея канадська (*Elodea canadensis*), уруть (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*), види роду рдестов (*Potamogeton*).

Прибережні рослини в композиції з плаваючими рослинами виконують декоративну функцію, пом'якшуючи кордон між водою і берегом; їх квіти і листя під час вегетаційного періоду добре прикрашають водойму. Видів прибережних рослин дуже багато. Найпоширенішими є: аїр (*Acorus*), частуха (*Alisma*), калужниця (*Caltha*), осока (*Carex*), ситник (*Juncus*), ірис = касатік (*Iris*), Лебеля (*Lobelia*), незабудка (*Myosotis*), стрілолист (*Sagittaria*), очерет (*Scirpus*), ежоголовник (*Sparganium*), рогіз (*Typha*) та ін.

Болотні рослини (гідроботанікі дану групу рослин відносять до «прибережним») вимагають вологою, що не пересихаючої і багатою органічною речовиною ґрунту. У той же час вони не виносять застою води. Найбільш відомі і застосовуються для озеленення такі рослини: - волжанка (*Aruncus*), астильба (*Astilbe*), таволга = лабазник (*Filipendula*), купальниця (*Trollius*), гравілат (*Geum*), лилейник (*Heimerocallis*), фукція (*Hosta*), ірис (*Iris*), язичник (*Ligularia*), лобелія (*Lobelia*), вербейник (*Lysimachia*), дербенник (*Lythrum*), горець (*Polygonum*), примула = первоцвіт (*Primula*) та ін.

Більш докладно про особливості біології декоративних рослин, агротехніки вирощування, способи розмноження тих чи інших видів і сортів, захист від шкідників висвітлюється в спеціальній літературі (Ілюхіна, 2002; Хессайен, 2003).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 8 Алексеев Ю. Е. Болотница игольчатая // Биол. флора Московской обл. / Под ред. В. Н. Павлова. М.: Изд-во «Гриф и К<sup>о</sup>», 2000. Вып. 14. С. 28—9.
- 9 Быков Б. А. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Алма-Ата: Изд-во. Каз. ССР, 1962. Т. 2. 436 с.
- 10 Быков Б. А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1968. 216 с.
- 11 Голубев В. Н. О биологическом значении геофилии у травянистых растений // Бот. журн. 1956а. Т. 41. № 2. С. 236—242.
- 12 Голубев В. Н. К онтогенезу корневищ кистекорневых растений // Бот. журн. 1956б. Т. 41. № 2. С. 248—253.
- 13 Голубев В. Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. М.: Наука, 1965. 286 с.
- 14 Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпухина В. А., Баландин С. А. Биоморфология растений иллюстрированный словарь. М., 2002. 240 с.
- 15 Козо-Полянский Б. М. Случаи превращения биоморф культурных растений и их значение // Тр. Воронеж. гос. ун-та. 1945. Т. 13. № 1. С. 46—50.
- 16 Лавренко Е. М., Свешникова В. М. О синтетическом изучении жизненных форм на примере степных дерновинных злаков // Журн. общ. биол. 1965. Т. 23. № 3. С. 12—37.
- 17 Лисицына Л. И., Папченков В. Г., Артеменко В. И. Флора водоемов волжского бассейна. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 220 с.
- 18 Петровский В. В., Матвеева Н. В. Обсуждение вопроса о зональных типах растительного покрова на научном семинаре лаборатории растительности Крайнего Севера Ботанического института Академии наук СССР // Бот. журн. 1968. Т. 53. № 5. С. 721—731. Правдин Ф. Н. Учение о жизненных формах как общебиологическая проблема // Жизненные формы в экологии и систематике растений. М., 1986. С. 3—8. Рычин Ю. В. Флора гигрофитов. М.: Сов. наука, 1948. 448 с.
- 19 Папченков В. Г. Заращение рек Среднего Поволжья и связь его с условиями среды // Экология. 1985. № 3. С. 20—27
- 20 Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с
- 21 Савиных Н. П. Вероники секции *Veronica* // Биол. флора Московской обл. / Под ред. В. Н. Павлова. М.: Изд-во «Гриф и К<sup>о</sup>», 2000а. Вып. 14. С. 160—179.  
Савиных Н. П. Биоморфология вероник России и сопредельных государств: Автореф. дис. ..докт. биол. наук. М., 2000б. 32 с.

- 22 Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
- 23 Свириденко Б. Ф. Водные макрофиты Северо-Казахстанской и Кустанайской областей (видовой состав, экология, продуктивность): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1987. 16 с
- 24 Свириденко Б. Ф. Жизненные формы цветковых гидрофитов Северного Казахстана // Бот.журн. 1991. Т. 76. № 5. С. 687—698.
- 25 Свириденко Б. Ф. Флора и растительность Северного Казахстана. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2000. 196 с. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / Под ред. О. В. Смирновой, Е. С. Шапошникова. СПб.: РБО, 1999. 549 с.

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

**з дисципліни**

## ГІДРОБОТАНІКА

Укладач: О.А. Тучковенко

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська,

---