

НИЖЧІ СПОРОВІ РОСЛИНИ - ВОДОРОСТІ

Змістовий модуль 4

Водорості

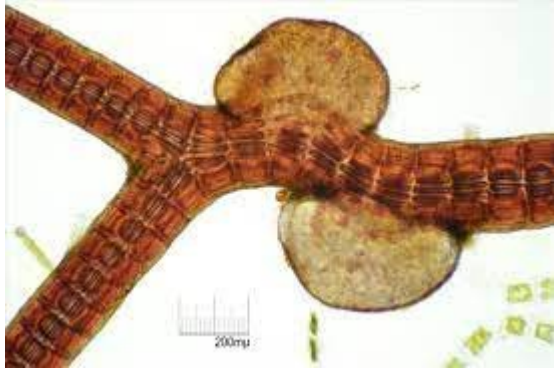


Водоростями називають групу автотрофних спорових організмів з вегетативним тілом – таломом або сланню, які ведуть переважно водний спосіб існування або вторинно пристосувалися до життя у ґрунті.

В систематичному плані водорості поділяють на ряд самостійних відділів, представники яких відрізняються забарвленням, будовою, а деякі – організацією клітини.

Спільною для всіх ознакою є наявність пігментів, що забезпечують автотрофне живлення шляхом фотосинтезу. Основні форми існування і будови талома повторюються в різних систематичних групах, що вказує на певний паралелізм у їх еволюційному розвитку.

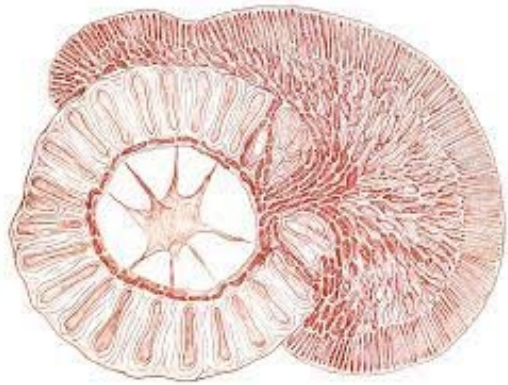
Організація клітини суттєво не відрізняється у представників різних відділів (крім синьо-зелених). Клітинна оболонка різного хімічного складу (пектин, целюлоза, інколи лігнін, кутин), часто ослизнена або інкрустована мінералами (солями заліза, кремнію, кальцію). Деякі монадні форми, гамети і зооспори вкриті лише плазмалею. Цитоплазма заповнює майже всю порожнину клітини. Вакуолі з клітинним соком трапляються лише в клітинах з надмірно інтенсивним ростом. Монадним формам властиві пульсуючі вакуолі, у синьозелених водоростей трапляються газові вакуолі (псевдовакуолі). Пігменти водоростей зосереджені в хлоропластах (хроматофорах). Останні мають ламелярну структуру і різноманітну форму: пластинчасту, сітчасту, стрічкоподібну, лопатеподібну, зіркоподібну тощо). В хроматофорах можуть бути специфічні білкові тільця (піреноїди), навколо яких відкладається крохмаль. Крім крохмалю, запасними продуктами фотосинтезу в різних групах водоростей є волютин, лейкозин, ціанофіцин, багрянковий крохмаль, ламінарин, маніт.



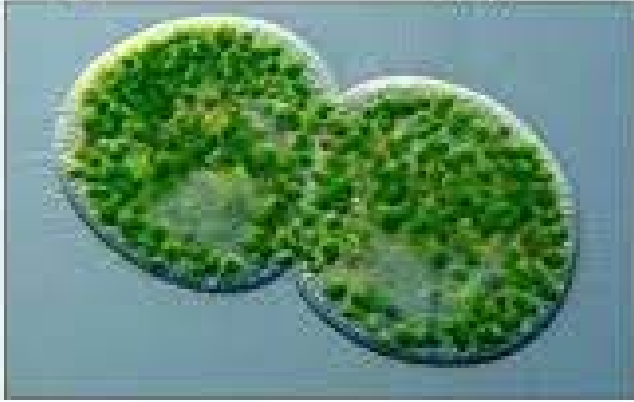
Водорості – фототрофні організми, але серед них є групи, що досить легко переходять до **міксотрофного** (змішаного) і **гетеротрофного** живлення. Окремі види можуть існувати як **паразити**.

◀ Хореоколакс полісифонієвий (*Choreocolax polysiphoniae*) - вид паразитичних червоних водоростей із порядку церамієвих (*Ceramiales*). Поширені в Атлантичному (від Норвегії до Іспанії та Португалії, від Мена до Род-Айленда) і Тихому океанах (від Аляски до Мексики і Далекого Сходу). Паразитують на нитчастих червоних водоростях *Vertebrata lanosa* (= *Polysiphonia fastigiata*), які, у свою чергу, є облігатними епіфітами бурих водоростей *Ascophyllum nodosum*.

◀ Хореоколакс полісифонієвий не здатний до фотосинтезу, хоча й містять деривати хлоропластів. Паразит утворює округлі нарости на таломі господаря. Нитки, що відходять від наростів, проростають крізь шар клітин кори і зростаються з центральними клітинами. Механізм зрощення аналогічний утворенню вторинних порових з'єднань: клітина паразита зазнає нерівного мітозу, утворюючи дрібну сполучну клітину з карликовим ядром, після чого сполучна клітина зливається з клітиною хазяїна, що запускає утворення порового з'єднання.



Розмноження водоростей

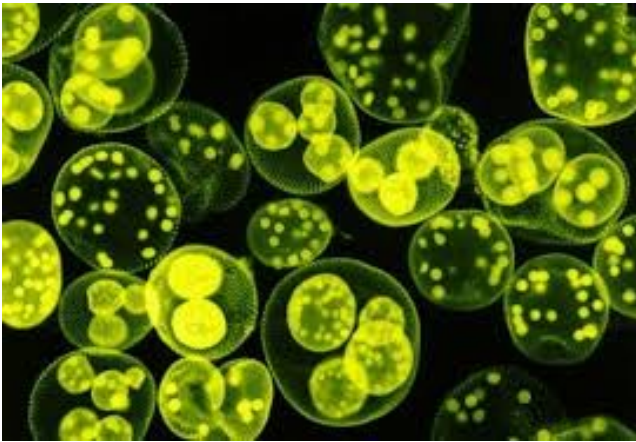


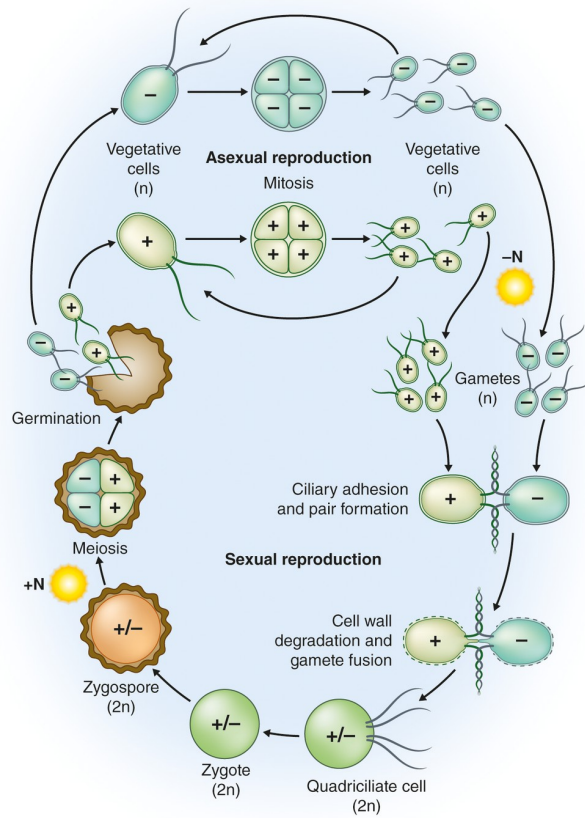
Розмножуються водорості

- вегетативним,
- безстатевим,
- статевим шляхом.

Вегетивне розмноження відбувається поділом клітини (в одноклітинних), у колоніальних – розпадом колоній або утворенням дочірніх колоній всередині материнської. Нитчасті форми розриваються на окремі фрагменти, а деякі групи мають особливе пристосування – бульбочки на ризоїдах, з яких після періоду спокою проростають нові водорості, а також спочиваючі спори – акінети.

Нестатеве розмноження здійснюється шляхом утворення спеціалізованих клітин – спор, що покидають материнську клітину через отвір у бічній стінці. Вихід продуктів поділу з оболонки материнської клітини – найсуттєвіша ознака відмінності нестатевого розмноження від вегетативного. Спори можуть бути рухливими, з монадною структурою, майже завжди без целюлозно-пектинових оболонок (зооспори). Клітина, де формуються зооспори, має назву **зооспорангій**. Спори нестатевого розмноження, позбавлені джгутиків, мають загальну назву **апланоспор**. Вони вкриваються оболонками всередині материнської клітини, а також можуть набувати в ній подібної до материнської форми (**автоспори**), утворювати потовщені оболонки (**гіпноспори**). Кількість спор коливається від однієї (**моноспори**) до багатьох (**тетраспори, поліспори**). Утворенню спор передуює поділ ядра материнської клітини шляхом мітозу або мейозу, залежно від особливостей циклу розвитку.





У хламідомонади відбувається як безстатеве, так і статеве розмноження.

Безстатеве розмноження відбувається наступними способами:

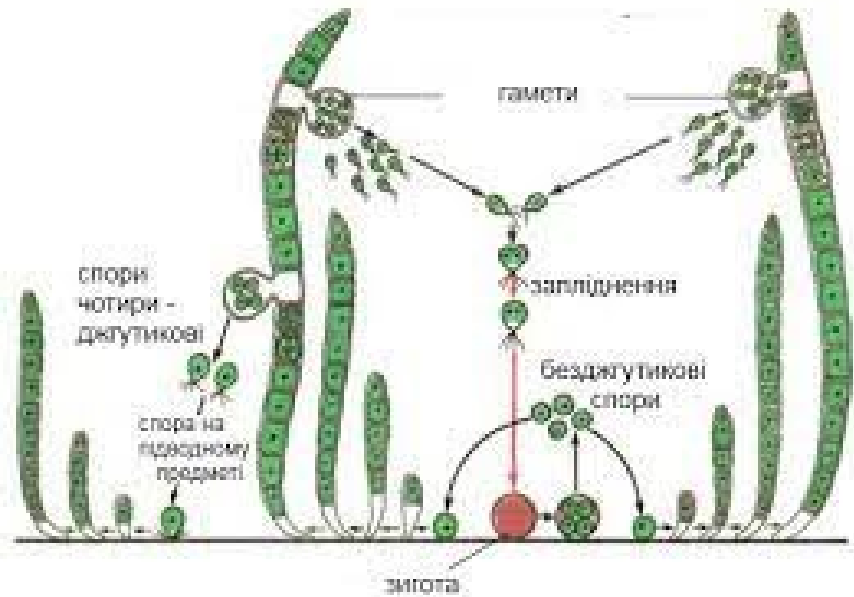
Утворення зооспор: Зооспори утворюються за сприятливих умов. Під час утворення зооспор клітина стає нерухомою. Її джгутики втягуються або відкидаються. Скоротливі вакуолі зникають. Її протопласт поздовжньо ділиться на дві частини. За ним слідує одночасний поділ кожного дочірнього протопласта, а іноді і третя серія поділів. Кожному поділу протопласта передує поділ ядра на багато частин. Таким чином, кожна клітина утворює 2-16 частин. Кожна частина виділяє навколо себе стінку і утворює два джгутики. Незабаром з'являються скоротлива вакуоля і пігментні плями. Таким чином у материнській клітині утворюється 2-16 зооспор. Зооспори вивільняються шляхом желатинізації або розриву клітинної стінки материнської клітини. Кожна з них розвивається в нову хламідомонаду. Цей процес поділу повторюється кожні 24 години. Таким чином, до кінця тижня з однієї батьківської рослини утворюється близько 2 000 000 особин.

Утворення апланоспор: Апланоспори утворюються в умовах посухи. Зооспори замість того, щоб звільнитися, виявляються на поверхні і розвиваються в апланоспори. Апланоспори проростають безпосередньо або діляться, утворюючи зооспори при наближенні сприятливих умов.

Стадія пальмели (Відома як стадія Пальмелли через свою схожість з іншою водорістю - Пальмелою з порядку Тетраспорових).

Ця стадія формується за менш сприятливих, але не дуже сухих умов. У такому стані водойми поступово висихають. Тож рослини ростуть на вологому ґрунті. Дочірні клітини утворюються шляхом поділу батьківських клітин. Ці клітини не мають джгутиків. Вони занурені в слиз, що утворюється в результаті желатинізації стінки материнської клітини. Дочірні клітини діляться далі на чотири. Їхні клітинні стінки також стають слизовими. Таким чином утворюється велика кількість дрібних нерухомих структур. Вони занурюються в желеподібну речовину. Таким чином утворюється аморфна колонія. Вона налічує сотні або тисячі клітин. Всі її клітини занурені в загальний желатиноподібний матрикс. Ця стадія відома як стадія пальмелли. Вона названа так, тому що раніше фітологи вважали, що це вид водорості під назвою Пальмелла. Однак це тимчасова фаза. Незабаром всі маленькі дочірні клітини розвивають джгутики і стають рухливими. Іноді клітини стадії пальмелли перетворюються на товстостінні гіпноспори. Вони мають червоне забарвлення через наявність червоного пігменту гематохрому.

Розмноження водоростей



Статеве розмноження спостерігається у водоростей усіх систематичних груп за винятком синьозелених. Статевий поділ різноманітний: у одноклітинних монадних форм він полягає у злитті двох вегетативних особин (**гологамія**); злиття двох недиференційованих вегетативних безджгутикових клітин називають **кон'югацією**.

У водоростей поширена гаметогамія у формі ізо-, гетеро-, оогамії. Розрізняють **гомоталічні** види, у яких можуть копулювати гамети одного талома, і **гетероталічні**, у яких копуляція гамет можлива лише з різних таломів.

В результаті будь-якого статевого процесу утворюється зигота, яка може проростати по-різному, у зв'язку з чим у водоростей спостерігаються три типи чергування ядерних фаз. У більшості водоростей редукція кількості хромосом відбувається під час проростання зиготи, і рослина, що утворилася, має гаплоїдний набір хромосом (**гапlobіонт**). У циклоспорових бурих та діатомових зигота проростає без редукції хромосом. Виникає диплоїдна рослина – **дипlobіонт**. У деяких високоорганізованих зелених (кладофорові, ульвові), бурих та червоних водоростей зигота без редукційного поділу проростає у диплоїдну рослину – спорофіт, на якій формуються органи безстатевих розмноження і в результаті мейозу утворюються гаплоїдні спори. Останні проростають у гаплоїдний гаметофіт, на якому утворюються гамети. Отже, крім чергування ядерних фаз, у останніх спостерігається чергування поколінь спорофіта і гаметофіта. Якщо спорофіт і гаметофіт морфологічно не відрізняються, зміна поколінь **ізоморфна**, якщо ж вони морфологічно різні – **гетероморфна**.

Сучасна класифікація водоростей зазвичай виділяє від 8 до 10 основних відділів, хоча кількість може дещо варіювати залежно від класифікаційної системи. Основні відділи включають:

- Cyanophyta (ціанобактерії або синьо-зелені водорості)
- Chlorophyta (зелені водорості)
- Rhodophyta (червоні водорості)
- Phaeophyta (бурі водорості)
- Bacillariophyta (діатомові водорості)
- Dinophyta (динофлагеляти)
- Euglenophyta (евгленові водорості)
- Chrysophyta (золотисті водорості)
- Cryptophyta (криптофітові водорості)
- Xanthophyta (жовто-зелені водорості)

Деякі з цих відділів можуть бути об'єднані або поділені, залежно від молекулярних досліджень і систематичних підходів. Сучасна класифікація часто спирається на генетичні дані, що дозволяє точніше визначити спорідненість між групами водоростей.

Екологічна класифікація водоростей

Водорості поділяються на групи за рядом ознак.

Водорості, які розвиваються у воді, формують гідрофітом:

- **Фітопланктонні** – не прикріплюються до субстрату. У солоній морській воді домінантами є діатомові водорості, а у прісних водах основи планктону становлять зелені, синьо-зелені, жовто-зелені водорості.
- **Фітобентосні** – прикріплюються до субстрату (бурі, червоні, зелені тощо). Перифітон – водорості, що живуть на твердому субстраті серед обростань, на занурених у воду предметах, які не є продуктами живлення (діатомові, зелені, синьо-зелені та ін.).
- **Нейстон** – ті, що живуть на поверхневій плівці води (зелені, золотисті, евгленові). Поглинання поживних речовин здійснюється всією поверхнею тіла, ризоїди, служать лише для прикріплення.



Екологічні групи водоростей

За способом живлення водорості – автотрофні організми, але частині властиве міксотрофне живлення.

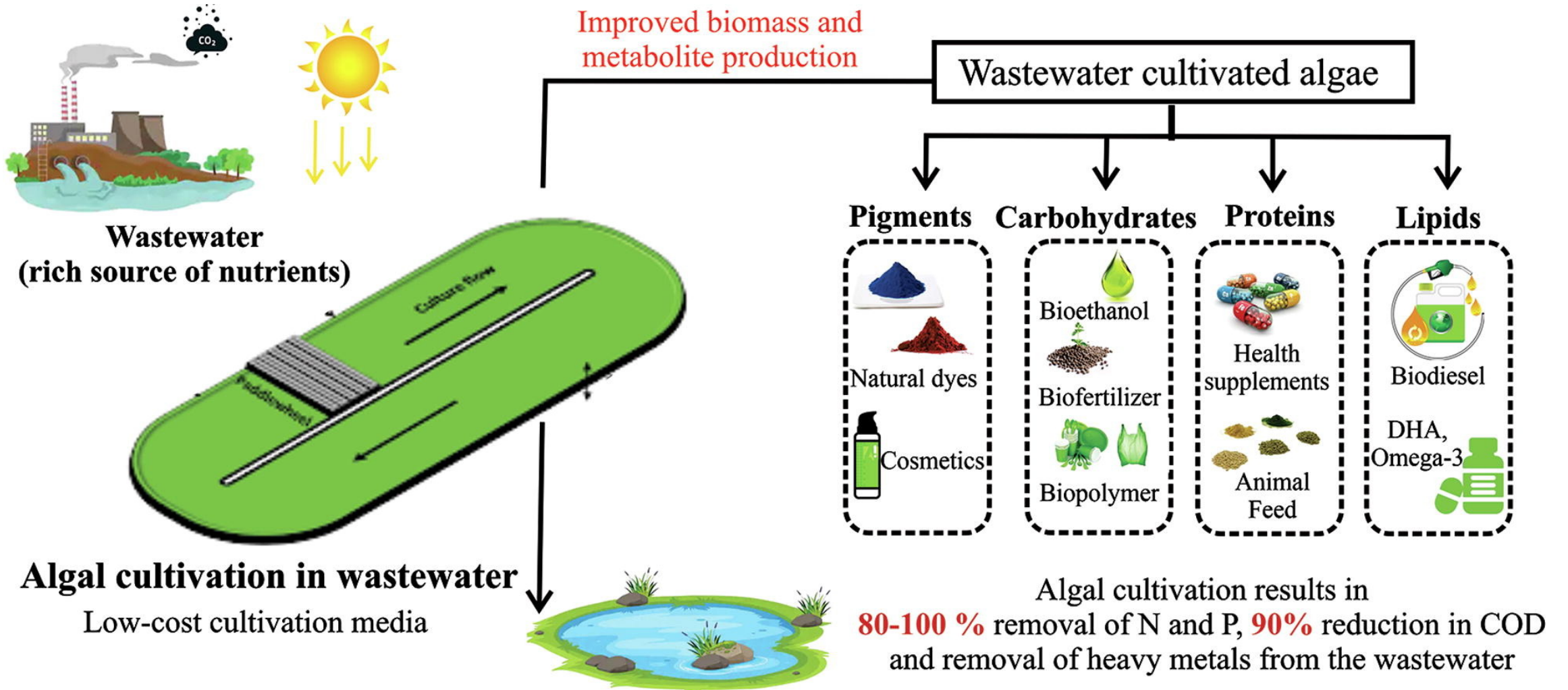
- **Водорості, що живуть у ґрунті чи на його поверхні** на глибині 0-3 см – 1,5 м, утворюють едафофітон (зелені, жовто-зелені, синьо-зелені).
- **Аерофітом** – ті, що живуть у повітрі, на стовбурах дерев, кущів, на каменях, скелях, так звані аерофільні види (зелені, синьо-зелені та ін.).
- **Водорості гарячих джерел** – термофіти (діатомові, зелені, синьо-зелені).
- **Водорості снігу і льоду** – кріофіти (синьо-зелені, зелені).
- Водорості солоних вод – галофіти (синьо-зелені, зелені і діатомові).
- **Водорості вапнякових субстратів** – кальцефіти (діатомові, зелені, золотисті).

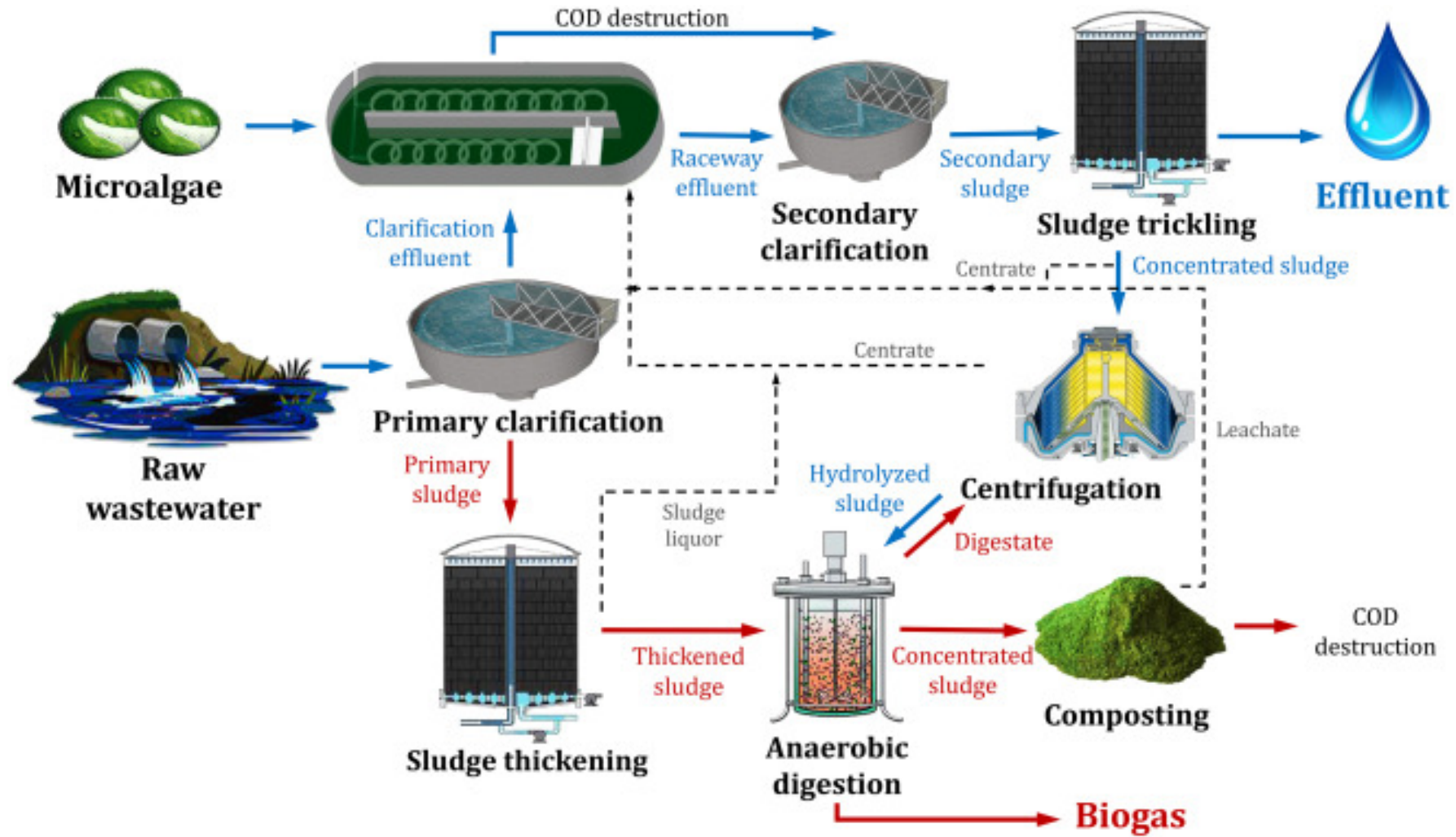


Використання водоростей у промислових системах очищення стічних вод



Водорості як джерело сировини для промисловості





Співжиття водоростей з іншими організмами

Водорості співіснують з іншими рослинами:

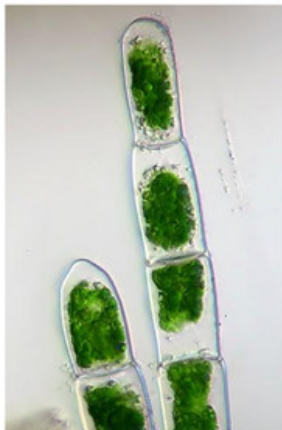
- бактеріями;
- грибами (синьо-зелена водорість — носток, зелені водорості — хлорела);
- вищими рослинами: мохами (жовто-зелена водорість — міксохлорис, яка розвивається у водоносних клітинах моху сфагнуму);
- з папоротями (синьо-зелена водорість анабена, яка розвивається в порожнині водяної папороті азоллі);
- з голо — та покритонасінними (зелена водорість хлорохітріум, що розвивається в паренхімі ряски);
- одно- та багатоклітинними тваринами (синьо-зелена водорість соколовія, яка існує на ніжках водяного кліща, зелені водорості — на поверхні та всередині асцидій, олігохет, коловерток, «стебельцях інфузорій», у порожнині губок).

Типи співжиття

- **епіфітизм** — при якому є тісний зовнішній контакт між водоростю та іншим організмом, але живляться вони самостійно;
- **ендофітизм** — організми живляться самостійно, але водорість живе всередині іншого організму, не завдаючи йому шкоди (лишайники);
- **паразитизм** — водорості живляться за рахунок рослини-жи-вильника, оселяючись всередині і на поверхні його, що інколи призводить до загибелі хазяїна;
- **мутуалізм** — один організм живе всередині другого, а окремо жити не в змозі.



Структури талому багатоклітинних водоростей



Нитчаста структура складається з клітин, розташованих в ряду вигляді нитки



У **різнонитчастому таломі** горизонтальні нитки стеляться по субстрату і вертикальні з прямостоячих ниток



Пластинчастий талом складається з одного, двох або більше шарів клітин



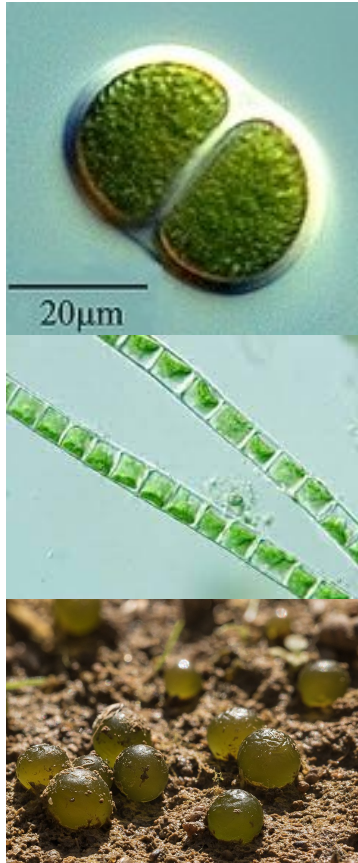
Харофітна структура має вигляд пагона з гілками

Тіло водоростей — **талом** або **слань**. Це одноклітинні, колоніальні або багатоклітинні організми, які досягають десятків метрів завдовжки. Часто в товщині клітинної оболонки є додаткові компоненти — кремній, карбонат кальцію, хітин, кремнезем та ін. В цитоплазмі добре розрізняються елементи ендоплазматичної сітки, рибосоми, мітохондрії, апарат Гольджі, клітинні ядра, хроматофори. В основному ці компоненти клітини такі самі, як у вищих рослин, крім хроматофорів (носії пігментів). Хроматофори, на відміну від хлоропластів вищих рослин дуже різноманітні за формою (у вигляді кільця, що опоясує клітину, порожнистого циліндра, спіральної стрічки, пластинок, зерен або дисків).

Загальною ознакою всіх водоростей є наявність хлорофілу, який міститься в **хроматофорах** (пластид у водоростей немає). Крім хлорофілу водорості можуть містити й інші пігменти: фікоцеан, фікоеритрин, каротин, ксантофіл, фікосантин, діатомін, фукоксантин — червоного забарвлення, фікоцеанін і ілофікоціанін — синього забарвлення.

Ці пігменти надають водоростям червоного, бурого, жовто-зеленого кольору, маскуючи основний зелений. Наявність пігментів у клітинах водоростей забезпечує автотрофний тип живлення (фотосинтез). Проте, багато водоростей здатні за певних умов переходити на гетеротрофне живлення або поєднувати його з фотосинтезом (міксотрофний тип живлення).

Відділ: синьо-зелені водорості



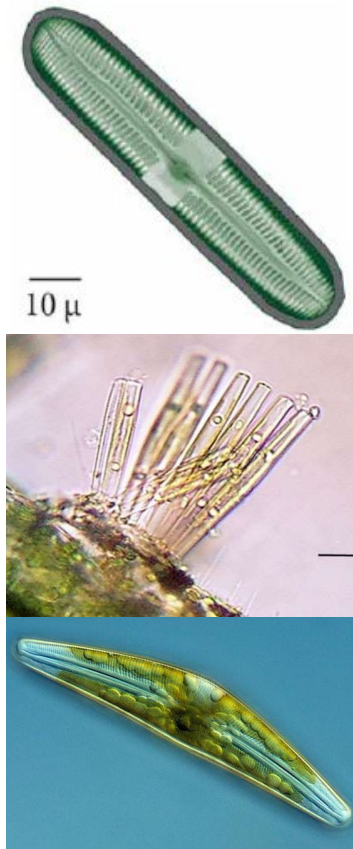
Синьо-зелені водорості належать до групи прокаріотів. Життєві форми: одноклітинні, колоніальні, нитчасті, живуть у прісній і солоній воді, зустрічаються в ґрунті, на корі дерев, в гарячих джерелах, на скелях, у вологих тропіках.

Клітина зовні вкрита целюлозною оболонкою, що має здатність ослизнитися. У багатьох синьо-зелених водоростей на поверхні клітинної оболонки знаходяться слизисті шари, які бувають товстими і щільними, утворюючи чохли або капсули. Слиз захищає клітини від висихання і бере участь у процесі «ковзного руху» ниток. Цитоплазма ділиться на дві частини: хроматоплазму і центроплазму. Хроматоплазма містить пігменти хлорофіл, фікоціан, каротину ксантофіл, алофікоціан і виконує функцію фотосинтезу. Центроплазма містить ядерну речовину, позбавлена пігментів і виконує функцію ядра.

Живлення міксотрофне. Розмноження лише вегетативне, статевого немає. Одноклітинні форми – шляхом поділу вмісту клітини на дві частини, нитчасті – шляхом поділу тіла на окремі частини – гормогонії. При утворенні гормогоніїв у деяких водоростей виникають великі мертві клітини – гетероцисти. На місці утворення гетероцисти ниточка водорості розривається.

Представниками синьо-зелених водоростей є хроокок, осциляторія, глеокапса, анабена, ривулярія, носток, формідій, лінгбія.

Відділ: Діатомові водорості



Діатомові або кременисті водорості належать до групи еукаріотів. Життєві форми: одноклітинні, колоніальні. Клітина має внутрішню пектинову оболонку і зовні покрита панциром, утвореним солями кремнію. Панцир складається з двох половинок (стулок або тек), що накладаються одна на одну. Більша стулка називається епітека, а менша – гіпотека. Положення, коли діатомова водорість розглядається з кришки або денця, називається видом зі стулки, а положення збоку – видом з пояска. В ділянці пояска утворюється шов і якщо він не заростає, водорість має здатність рухатися в результаті тертя цитоплазми об воду.

Під оболонкою в клітині: цитоплазма, ядро і два хроматофори бурого або жовтого кольору, так як крім хлорофілу містять діатоміт або фукоксантин. Живуть діатомові водорості в прісних і морських водоймах, скупчуючись на дні. До субстрату не прикріплюються. Розмножуються вегетативно – поділом клітини на дві частини по довгій стороні. В результаті вегетативного розмноження клітини подрібнюються, так як дочірня клітина може добудувати лише гіпотеку, а отримана в спадковість стулка панцира завжди епітека. Діатомовим характерний статевий процес – зигогамія. При цьому дві подрібнені клітини зближуються, стулки панцира розкриваються, відбувається редуційний поділ ядер обох клітин. Із чотирьох гаплоїдних та гетероталічних ядер, утворених у результаті мейозу, три в кожній клітині дегенерує, а залишається по одному (+ в одній клітині, – в другій). Відбувається злиття вмісту двох клітин з утворенням зиготи. Зигота перетворюється в спору росту (ауксоспору), відновлює розміри клітини і водорості вступають у новий цикл розвитку.

Представниками діатомових водоростей є пінулярія, синедра, навікула, меридіон, діатома, табелярія, плевросигма.

Відділ: Зелені водорості



Ульва



Каулерпа



Кодіум

Зелені водорості об'єднують велику групу поліморфних рослинних організмів. Життєві форми: одноклітинні, колоніальні, неклітинні, нитчаста багатоклітинна зі складною зовнішньою диференціацією талому.

Клітини зовні покриті целюлозною оболонкою. У частини представників у складі оболонки значна кількість пектинових речовин, і тому вони мають здатність ослизнятися. Під оболонкою в постійному шарі розміщена цитоплазма, в центрі – кілька великих вакуолей, ядро (одне або кілька) хроматофори з піреноїдами. Хроматофори дуже різноманітні за формою – кулясті, дисковидні, чашоподібні, стрічковидні, циліндричні пластинчасті. Пігменти: хлорофіл, ксантофіл, каротин. Запасна поживна речовина – крохмаль.

Розмноження: вегетативне, безстатеве і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється поділом клітини на дві частини, або частинами слані. При безстатевому розмноженні утворюються зооспори або апланоспори.

Статевий процес різноманітний: ізогамія, зигогамія (кон'югація), гетерогамія і ооогамія. При оогамному способі розмноження утворюються одноклітинні статеві органи: антеридій: – чоловічий і оогоній – жіночий.

Відділ: Жовто-зелені водорості



Жовто-зелені водорості живуть у прісній і солоній воді, деякі з них на камінні, ґрунті і т.д.

Життєві форми: одноклітинні, неклітинні, колоніальні та багатоклітинні. Серед них зустрічаються як планктонні, так і бентосні. Клітини зовні покриті целюлозною оболонкою, під якою знаходиться цитоплазма, ядро (у неклітинних форм – багато ядер), хроматофор, що містить, крім пігменту хлорофілу, ще й значну кількість каротиноїдів, і тому забарвлення у цих водоростей жовто-зелене.

Розмноження вегетативне, безстатеве і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється поділом клітини у одноклітинних або частинами талому у багатоклітинних представників. При безстатевому розмноженні утворюються зооспори двох або багатоджгутикові. Статевий процес ізогамний, рідко оогамний.

Представником жовто-зелених водоростей є вошерія.

Вошерія – бентосна водорість неклітинної будови. Талом дихотомічне розгалужений, добре розвинений, але не має перегородок, ризоїди лопатовидні. Перегородки на таломі утворюються лише при пошкодженні, утворенні спорангіїв і статевих органів. Клітина зовні має оболонку, під якою знаходиться цитоплазма, багато ядер та зернистих хроматофорів з піреноїдами або без них. Розмножується во-шерія безстатево і статеву. Безстатеве розмноження здійснюється зооспорами або апланоспорами. Закінчення розгалужень талому відчленовуються перегородками і перетворюються у зооспорангії. В кожному зооспорангії формується одна зооспора.

Зооспора багатоядерна і кожному ядру відповідає пара джгутиків. На коротких розгалуженнях утворюється не зооспора, а аплапоспора (без джгутиків). Зооспора або апланоспора покидає спорангій і через деякий час проростає в нову рослину.

Статеве розмноження – оогамія. На розгалуженнях талому рядом формуються антеридій і оогоній. Антеридій – одноклітинний виріст загнутий у вигляді рогу. В місці перегину утворюється перегородка. В антеридії дозріває велика, кількість дводжгутикових сперматозоїдів. Оогоній – кульчастий, одноклітинний виріст, в якому дозріває одна яйцеклітина. Після дозрівання сперматозоїди виходять у водне середовище, запліднюють яйцеклітини, утворюючи зиготи. Зигота спочатку перетворюється в ооспору (покривається щільною оболонкою), перебуває деякий час в стані спокою, а потім проростає в нову рослину.

Для вошерії характерний гетероталізм, тобто антеридій і оогоній на одній рослині не дозрівають одночасно, і тому запліднення можливе лише між різними таломами.

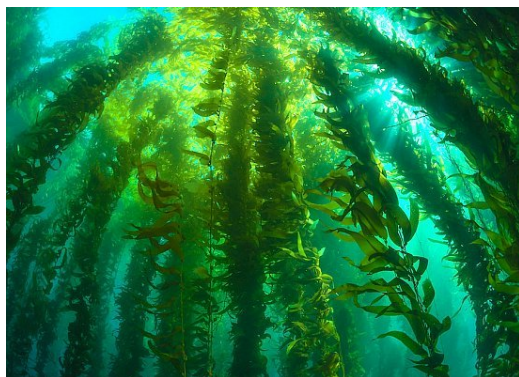
Відділ: бурі водорості



Розповсюджені в морях та океанах. Пігменти – хлорофіл, каротиноїди, специфічний пігмент фукоксантин – бурого кольору. Суміш різних пігментів зумовлює характерне забарвлення шарувань різних відтінків – від оливкового-жовтого до темно-зеленого. Розміри – від мікроскопічних до багатометрових. Хроматофори зернисті, запасна поживна речовина – ламінарин і жири.

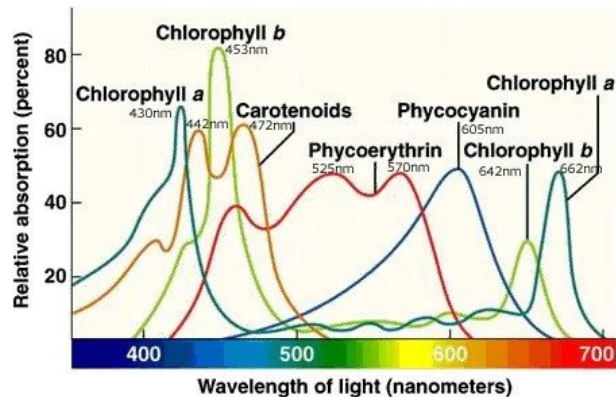
Розмноження вегетативне (частками талому), безстатеве (дводж-гутикові зооспори) і статеве (ізогамія, гетерогамія і оогамія). Представники: ламінарія японська, фукус, саргас, диктіота, цистозира, макроцистис.

За зовнішнім виглядом бурі водорості можуть нагадувати кущики, гіллясті шнури. Вони утворюють підводні «луки» та величезну кількість біомаси.



Ламінарія японська (морська капуста). Це – бура водорість з нашаруванням, що складається з пластинки, стовбура і ризоїдів («коренів»). Пластинка лінійна, ланцетоабо широко ланцетоподібна. Ламінарія утворює зарослі на камінні і скелях, у воді до глибини 25 метрів в місцях з постійним рухом води, без опріснення. На обох боках пластинки утворюються зооспорангії з зооспорами. При температурі +5 °С зооспори виходять із спорангії і плавають дві доби. Якщо за цей час не знаходять місця для прикріплення – гинуть. Із зооспор розвиваються мікроскопічні гаметофіти. Жіночий гаметофіт з оогоніями, чоловічий – багатоклітинний, з антеридіями. За оптимальних умов гаметофіти утворюють гамети через місяць. Жіноча гамета (яйцеклітина) велика, нерухома, виходить з оогонія і прикріплюється ззовні до його країв. В такому положенні відбувається запліднення яйцеклітини чоловічою гаметою – сперматозоїдом. Із зиготи розвивається нашарування спорофіта (великої рослини). Тривалість життя нашарування – 2 роки. Заготовляють лише дворічні рослини. Вони містять різноманітні елементи (особливо багато йоду і бром, вітаміни, ламірин). З неї виробляють кормове борошно, одержують альгінати, які використовують замість цукру при діабеті.

Червоні водорості



Більшість червоних водоростей мають багатоклітинну слань у вигляді простих або розгалужених ниток, кущиків, пластинок та інших утворень, які завжди прикріплені до субстрату (каміння, інших водоростей). Це епіфіти, але є і паразити. Часто живуть на великих глибинах. Глибоководні види відрізняються яскравим забарвленням. Відомі також одноклітинні форми. Клітина червоних водоростей одягнена оболонкою, компоненти якої дуже бубнявють і часто зливаються в загальний слиз м'якої або хрящуватої консистенції. Хроматофори червоних водоростей у вигляді зерен або пластинок, з піреноїдами або без них. У хроматофорах містяться пігменти: хлорофіл, каротиноїди, фікоеритрин (червоного забарвлення), фікоціанін – синього забарвлення. Від співвідношення цих пігментів залежить колір водоростей: від малиново-червоного до голубувато-стального. Запасні речовини у вигляді багрянкового крохмалю (полісахарид). Більшість червоних водоростей – дводомні рослини.

Розмноження безстатеве, за допомогою спор. Спори утворюються в спорангіях. Статевий процес оогамний. Жіночий орган (карпогон) складається з розширеної частини – черевця, в якому міститься яйцеклітина, і відростка – трихогони. Антеридії (чоловічі органи) – дрібні, безбарвні клітини, з яких формуються дрібні, голі, без джгутиків чоловічі гамети – спермації. Після запліднення нижня частина карпогону відділяється перегородкою від трихогони, яка відмирає, а із зиготи формуються карпоспори.

Представники: калітамніон, гігантіна, літотамніон, діазія, делесерія, керамій червоний, порфіра.

Червоні водорості досить широко використовуються людиною: з них виготовляють агар-агар (з багрянкового крохмалю, продукту фотосинтезу), що застосовують у кондитерській, парфумерній, лабораторній та інших галузях промисловості.

Значення водоростей у природі та для людини



Водорості – планктонні, ібінтосні, наземні і ґрунтові – відіграють важливу роль у природі. Разом з іншими водяними рослинами вони виробляють близько 80 % усієї маси органічних речовин, що утворюються на землі. Серед них найпродуктивнішими є планктонні завдяки своїй здатності швидко розмножуватися.

Наземні водорості часто виступають у ролі піонерів рослинності, поселяючись на безплідних ділянках суші, скелях, пісках. У симбіозі з грибами водорості утворюють своєрідні організми – лишайники.

Водорості – одні з найдавніших організмів, що заселяють нашу планету. Від них виникли наземні рослини. Збагативши атмосферу киснем, вони зумовили можливість існування різноманітного світу тварин і сприяли розвитку аеробних бактерій. Завдяки їхній діяльності в атмосфері з'явився озоновий екран, який захищає землю від радіаційного випромінювання. Органічні речовини, які створюють водорості в процесі фотосинтезу, стають їжею для бактерій та тварин, зокрема риб. Вони беруть участь у кругообігу речовин у природі, в поліпшенні газового режиму водойм та утворенні відкладів сапропелю (органічного мулу). З водоростей утворилися потужні поклади гірських порід: у крейдових породах 95% становлять рештки оболонок деяких золотистих водоростей, діатоміти на 50-80% складаються з панцирів діатомових водоростей. Рифи в морях і океанах також формуються за участю водоростей. Так, у рифах островів Фіджі в Тихому океані водоростей майже в три рази більше ніж коралів. Зарості великих водоростей є укриттям для розмноження багатьох бережних тварин і дрібних водоростей. Знання викопних діатомових допомагає визначити походження і вік різних осадових порід.

Значення водоростей у природі та для людини



Водорості широко використовують у народному господарстві. Багато з них людина здавна використовувала в їжу (ламінарію, порфіру), на корм худобі, як добриво. Діатоміти використовують у харчовій, хімічній, фармацевтичній промисловості, будівництві (гірська мука, діатоміт). Бурі водорості є сировиною для добування альгінатів, які застосовують у різних галузях народного господарства. Так, на основі альгінату натрію виготовляють клей, який використовують у текстильному виробництві, для проклеювання паперу, скріплення цементу. Плівки з альгінату натрію, нанесені на бетонні споруди, метали, верстати, деревину, захищають їх від корозії, гниття, руйнування.

З червоних водоростей (філофора) добувають агар, з зелених (кладофора, ризоклоніум) виготовляють папір. У медицині використовують ламінарію, синьо-зелені водорості (лікувальні грязі). Багато водоростей є біоіндикаторами під час санітарно-біологічної оцінки вод або виконують функцію активних санітарів забруднення водойм. Водорості вирощують у штучних водоймах для промислового виробництва органічних речовин.

Разом з тим водорості можуть мати і негативне значення. Синьо-зелені водорості, що масово розмножуються, у водоймах спричиняють «цвітіння» води, роблячи її непридатною для використання, забруднюють насосні станції та водоводи, деякі види вкривають днища суден, буїв, погіршуючи їх експлуатацію.

Лишайники

Лишайник – симбіотичний організм, до складу якого входить два компоненти: водорість – автотрофний фікобіонт і гриб – гетеротрофний мікобіонт. Подвійну природу лишайників у 60-х роках ХІХ ст. відкрив німецький ботанік С. Швенденер. Не обов'язковим компонентом лишайників необхідно вважати азотофіксуючі бактерії, які зустрічаються у складі лише частини лишайників. Бактерія здатна засвоювати атмосферний азот. Амінокислоти, утворені в процесі фіксованого азоту, є додатковим джерелом азотного живлення тих лишайників, в яких є азотбактер. Однак наявність азотобактера в лишайниках не обов'язкова, тому його не можна вважати третім компонентом лишайників.

До складу лишайників входять синьо-зелені або зелені найпростіші водорості, одноклітинні або нитчасті життєві форми. Водорість синтезує органічні речовини в результаті процесу фотосинтезу, якими користується і гриб. Гриб захищає водорість від пересихання, а також забезпечує водою і мінеральними речовинами, які бере з повітря. До складу лишайників входять гриби класу аскоміцети і значно рідше базидіоміцети.

Лишайник являє собою не лише корисний симбіонт, але і складну форму паразитизму. У лишайників спостерігається толерантний (терпимий) паразитизм гриба на водорості, так як після штучного розділу компонентів лишайника водорість продовжує існувати, а гриб гине.

Ростуть лишайники на різних субстратах (камінь, ґрунт, кора дерев, скло і т.д.) у різних кліматичних зонах, врастаючи в субстрат або прикріплюючись за допомогою рідзин. Лишайники дуже чутливі до чистоти повітря, не переносять сірчистих газів.

Ліхеноіндикація (оцінка якості атмосферного повітря)



Класифікуються лишайники за формою тіла:

- **накипні** (коркові), які мають вигляд нальотів або кірочок, врастають у субстрат і практично від нього не відокремлюються (верукарія);
- **листяні**, талом яких має вигляд розчленованих пластинок, що прикріплюються до субстрату рідзинами (пармелія);
- **кущові**, талом яких має вигляд дихотомічно розгалуженого кущика висотою до 15 см, що прикріплюється до субстрату рідзинами (кладонія).