органи. Після запліднення розвиваються диплоїдні карпоспори, які далі проростають і дають спорофітні особини.

Систематичний поділ класу на порядки оснований на особливостях будови органів розмноження і циклу розвитку. Клас ділять на 6 порядків.

Порядок немаліонові (Nemalionales)

Таломи цих водоростей гіллясті, багатоклітинні, іноді складно диференційовані. Розмножуються моноспорами. Ауксилярних клітин немає. Карпоспори розвиваються на закінченнях особливих виростів, які утворюються з черевної частини карпогона після запліднення. Чергування поколінь немає.

У немаліона (*Nemalion*) талом слизистий, блідо-рожевий, циліндричний, шнуровидний (10—25 *см* завдовжки). Центральна частина талома складається з щільного пучка ниток. Від периферичних клітин пучка відходять тонкі нитки з короткими гілочками на кінцях, зібраних в пучечки. Поширений у літоралі теплих морів. У Чорному морі трапляється *Nemalion lubricum*.

Батрахосперм (*Batrachospermum*, рис. 39) буває в прісних водах. Його талом оливково-синюватий, має галузисту осьову нитку з великих клітин. На ній кільцями розташовані короткі гілки з дрібних клітин з численними хроматофорами — клітин-асиміляторів. Уся рослина часто вкрита слизовим футляром. У холодній і чистій воді трапляється *батрахосперм густий* (*B. densum*).

Рис. 39. Червоні водорості:
1 — порфіра; *2* — батрахосперм; *3* — родименія; *4* — калітамній; *5* — делесерія; *6* — філофора

Порядок криптонемієві (Cryptonemiales)

Талом різної форми і анатомічної будови — від нитковидних до пластинчастих. Хроматофори дисковидні. Спорофіт і гаметофіт морфологічно подібні. Утворюють тетраспори. Є ообластемні нитки і ауксилярні клітини. Цистокарпії дрібні, здебільшого в заглибленнях талома. Представник — літотамній (*Lithothamnion*), який має вигляд кірок, гілочок або кораловидних кущиків, поширений в літоралі і субліторалі на камінням, скелях холодних морів, а деякі види — на бурих водоростях.

Порядок гігартінові (Gigartinales)

Таломи багаторядні й багатошарові, складно морфологічно й анатомічно побудовані. Тетраспорангії розсіяні або зібрані групами в ланцюжки, часто в заглибинах слані. Зміна поколінь ізоморфна. До порядку належать такі водорості, як філофора (*Phyllophora*, рис. 39), яка росте в Чорному морі, і анфельція (*Ahnfeltia*) у Білому, Охотському і Японському морях. Мають деяке промислове значення.

Порядок церамієві (Ceramiales)

Таломи у цих водоростей у вигляді однорядних і багаторядних шнурів або одношарових чи багатошарових пластинок, простих або розгалужених, часто диференційовані на стебловидні й листковидні частини. Ауксилярні клітини (1—2) розміщені в безпосередньому сусідстві з карпогонами й утворюють прокарпій. Цистокарпії поверхневі або занурені, іноді оточені оболонкою.

Численні види цього порядку поширені в північних частинах Тихого й Атлантичного океанів, у Північному Льодовитому океані, а також у теплих морях.

Калітамній (*Callithamnion*, рис. 39) росте на камінні в субліторалі Чорного моря у вигляді кущика до 6 *см* заввишки, однорядні нитки якого дихотомічно галузяться. Церамій (*Ceramium*) утворює на підводних каменях біля берегів у Чорному і північних морях зарості з рясних дихотомічно розгалужених кущиків.

Делесерія (*Delesseria*, рис. 39) поширена в північних морях; її тіло розчленоване на короткий розгалужений стовбурець і листовидні одношарові пластинки, у деяких з пірчастим жилкуванням. Слань делесерії утворена системою ниток, які зрослися між собою.

Види великого роду полісифонія (*Polysiphonia*) мають нитковидний розгалужений талом. У центрі його є центральний сифон (один ряд осьових клітин), від якого відчленовуються периферичні клітини (корові), розміщені правильними горизонтальними рядами. Талом прикріплений до субстрату дисковидною підошвою або відростками з ризоїдами. Види полісифонії поширені в північних частинах Атлантичного і Тихого океанів, у Північному Льодовитому океані, а деякі — поблизу південних берегів Європи.

ПОХОДЖЕННЯ І ЕВОЛЮЦІЯ ЧЕРВОНИХ ВОДОРОСТЕЙ

Червоні водорості пройшли довгий шлях еволюційного розвитку, протягом якого досягли високого рівня будови тіла і спеціалізації способів розмноження. Відсутність рухливих стадій розвитку не дає змоги виводити їх із джгутикових. Подібність у складі пігментів червоних і синьо-зелених водоростей може дати підставу тільки для припущення про спільну предкову групу, бо за будовою клітин і способами розмноження вони не мають нічого спільного.

Червоні водорості — чітко окреслена, ізольована, високоорганізована група водоростей, яка не виявляє близького філогенетичного споріднення з іншими сучасними водоростями.

Відсутність джгутикових стадій та інші особливості їх своєрідної будови і розмноження дають змогу вважати червоні водорості найбільш давніми після синьо-зелених. Наявність у червоних водоростей голих спор і спермаціїв може свідчити про походження їх від голих одноклітинних ядерних організмів.

Два класи червоних водоростей — бангієві і флоридові, очевидно, є дві різні гілки розвитку, які мають спільне походження. Бангієві — найбільш примітивні червоні водорості. Серед флоридових найпростішими є немаліонові, численні представники яких не мають чергування поколінь і характеризуються простою будовою. Найвищого рівня розвитку досягли церамієві, які мають складно диференційовані таломи, утворюють прокарпій, мають, як і інші високоорганізовані червоні водорості, ізоморфну зміну поколінь.

ПОШИРЕННЯ І ЕКОЛОГІЯ ЧЕРВОНИХ ВОДОРОСТЕЙ

Червоні водорості — переважно поширені в морях і океанах; 2% цих водоростей (близько 200 видів) зустрічається у прісній воді (*Batrachospermum*, *Bangia*, *Lemanea*, *Thorea* і ін.). Таломи їх прикріплюються до підводних субстратів — каменів, скель, водяних рослин. Найбільше цих водоростей у нетропічних морях південної (близько 44%) і північної (34%) півкуль.

На поширення червоних водоростей дуже впливають такі фактори, як солоність води, умови освітлення, температура. У морських водоймах з невеликою концентрацією солей є менше видів. У Середземному морі їх близько 300, у Чорному — 103, Азовському — 11.

У північній частині Атлантичного океану червоні водорості не проникають глибше 30 *м*. У теплих морях вони можуть поселятися на більших глибинах. У Чорному морі зустрічаються на глибині 60 *м* (*Polysiphonia elongata* і ін.), а в Середземному морі і біля берегів півострова Флоріда (США) — 85—90 *м*.

Червоні водорості найбільш глибоководні. Їм властива хроматична адаптація. Глибоководні види інтенсивніше забарвлені в червоний колір, ніж ті, що живуть у поверхневих шарах води. Червоний пігмент фікоеритрин, який бере участь у фотосинтезі, здатний вбирати зелені, голубі й сині промені спектра, які проникають глибоко у воду. На найбільшу глибину, куди сягають лише зелені промені, заходять тільки червоні водорості.

Різні види пристосовані до певного температурного режиму. Низьку температуру (—20°С) переносять бангія і порфіра, а делесерія гине при —4° С. Порівняно з іншими водоростями порфіра характеризується високою стійкістю проти несприятливих умов. Наприклад, клітини *Porphyra yezoensis* не відмирали при —70, —100, —196° С протягом 24 годин. Ця водорость витримує висушування на повітрі при 0% відносної вологості повітря, при кімнатній температурі протягом 9 днів. Одні види розвиваються тільки взимку, а інші — тільки в літні місяці.

Багато червоних водоростей є епіфітами. Відомі також види, які ведуть паразитичний спосіб життя (*Ricardia*, *Harveyella*, *Melobesia*, *Ceratodictyon* та ін.). У Каспійському морі на лауренсії часто зустрічається червона водорость-паразит *Laurenciocolax polyspore*. У місцях свого поширення червоні водорості утворюють здебільшого зарості, які можуть займати величезні площі. Прикладом таких заростей можуть бути філофорові поля (їх утворює *Phylophora nervosa*) в північно-західній частині Чорного моря,

відкриті у 1908 р. Зерновим. Загальна площа цих заростей на глибині 30—60 *м* — близько 10 000 *км*².

Деякі види родів кораліна, літотамній, летофілум, таломи яких інкрустовані вуглекислим кальцієм, місцями в морях утворюють великі вапнякові скупчення (рифи), які наростають із року в рік (наприклад, біля о-вів Шпіцберген). Водорость галімеда (*Halimeda*), яка зустрічається на рифах Океанії, протягом 6 тижнів здатна утворити грудку вапняку розміром 5,5 × 8 *см* і вагою понад 14 *г*.

Червоні водорості мають певне практичне значення. З деяких видів дістають агар-агар, йод. Агар-агар широко застосовують у мікробіології, харчовій, зокрема кондитерській, промисловості. Червоні водорості використовують у паперовій, текстильній, харчовій, фармацевтичній промисловості.

У країнах Східної Азії, на Гавайських та інших островах деякі червоні водорості вживають у їжу. У Японії водорость порфіру (*Porphyra*) для цієї мети розводять, а також збирають в морі. У Шотландії (Великобританії) використовують родименію (*Rhodymenia palmata*), хондрус (*Chondrus crispus*), в Африці — сурію (*Suhria vitata*).

ОСНОВНІ РИСИ ФІЛОГЕНІЇ ВОДОРОСТЕЙ

Водорості є збірною групою нижчих автотрофних фотосинтезуючих рослин. Відділи (типи) водоростей у філогенетичному відношенні чітко окреслені як самостійні напрями еволюційного розвитку і не завжди виявляють зв'язки споріднення з іншими групами нижчих рослин.

Вода — первинне середовище, в якому виникли і розвинулися водорості, утворивши велику різноманітність форм (рис. 40). Водорості були першими зеленими рослинами на Землі. Хлорофіл і інші супутні йому пігменти, процес фотосинтезу, з'явились протягом дуже тривалого історичного періоду в організмів, які історично передували водоростям. Важко сказати, в яких саме давніх організмів — предків водоростей — вперше з'явилося фототрофне живлення. Це могли бути первісні безкольорові гетеротрофні організми, від яких розвинулись первісні зелені водорості. Напевно, первісні зелені водорості мали подвійну нестійку фізіологічну

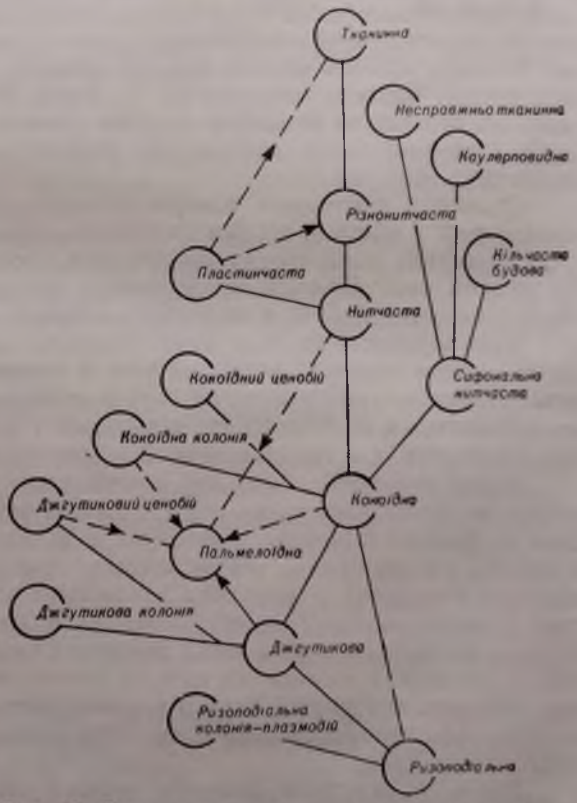

Рис. 40. Схема розвитку основних ступенів морфологічної диференціації тіла водоростей (*за Толачевським*).

природу — міксотрофне живлення. Уявна група первісних зелених водоростей могла стати вихідною для різних водоростей. Дуже близько до цієї предкової групи стоять синьо-зелені водорості, клітини яких не мають оформлених ядер і пластид, чітко оформлених мітохондріїв, справжніх вакуолей.

Синьо-зелені водорості виникли дуже давно і дійшли до наших днів у мало зміненому вигляді.

Спільне походження з ними могли мати червоні водорості. Їх зближують подібний склад пігментів і відсутність рухливих джгутикових стадій. Проте червоні водорості досягли високого рівня морфологічної організації і являють собою дуже спеціалізовану гілку еволюції нижчих рослин. Завдяки інкрустації оболонок солями кальцію і магнію деякі червоні водорості добре збереглися у викопному стані. Викопні рештки їх знайдено у відкладах першого періоду палеозою (кембрій). Найчастіше вони трапляються у відкладах мезозою і особливо — кайнозою. Звичайно, треба вважати, що виникли червоні водорості не в кембрійському періоді, а значно раніше.

Серед первісних водоростей з'явилась інша гілка прогресивного розвитку — зелені джгутикові (монадні) організми. Багато водоростей посередньо чи безпосередньо пов'язані походженням з джгутиковими предками. Риси джгутикової організації (зооспори, гамети і ін.) зберегли золотисті, пірофітові, евгленові, багато зелених і бурих водоростей, частина діатомових. Більшість ботаніків (А. Пашер, Л. І. Курсанов, Н. А. Комарницький, М. М. Голлербах та ін.) дотримуються думки, що джгутикова (монадна) структура водоростей є первісною, а джгутикові предки є родоначальниками багатьох відділів нижчих рослин, зокрема діатомових, бурих, зелених водоростей. Частина ботаніків (Д. К. Зеров, О. В. Топачевський і ін.) вважає, що переважна більшість відділів нижчих рослин (крім бактерій, вірусів і синьо-зелених водоростей) розвинулась незалежними філами з первинних ядерних істот.

Еволюція діатомових водоростей відбулась у межах одноклітинної організації, і залежно від бентичного чи планктонного способу існування у них виникли різні структури панцира, своєрідні способи розмноження. За даними палеонтології, представники центричних водоростей вже існували в юрський період, в пенатних — наприкінці палеогену.

Бурі водорості досягли дуже високого рівня еволюційного розвитку. Вони набули складної морфологічної й анатомічної будови. У викопному стані залишки бурих водоростей (хоч їх небагато і вони не завжди достовірні) зустрічаються в палеозойських відкладах і дають підставу для висновку про існування їх в силурійський й девонський періоди.

Зелені водорості у наш час представлені численними формами різних рівнів морфологічної організації. Викопні рештки зелених водоростей відомі починаючи з нижнього кембрію. У викопному стані добре збереглися сифонові, оболонки яких інкрустовані солями кальцію. Достовірні залишки харових знаходять у морських девонських відкладах. Червоні, бурі, харові і зелені водорості — представники вищих відділів водоростей. Різні відділи водоростей мають своїх предків і самостійну еволюцію. Для деяких з них можна встановити взаємні філогенетичні зв'язки. Наявність серед сучасних водоростей форм з різним рівнем морфологічної організації пояснюється незначною зміною водного середовища їх існування протягом геологічних епох.

Водорості відіграли визначну роль в еволюції рослинного світу Землі, давши початок вищим наземним рослинам. Вищі наземні рослини походять від якихось водоростей, які, змінивши спосіб життя з простішого водного на складніший наземний, під дією природного добору перейшли на

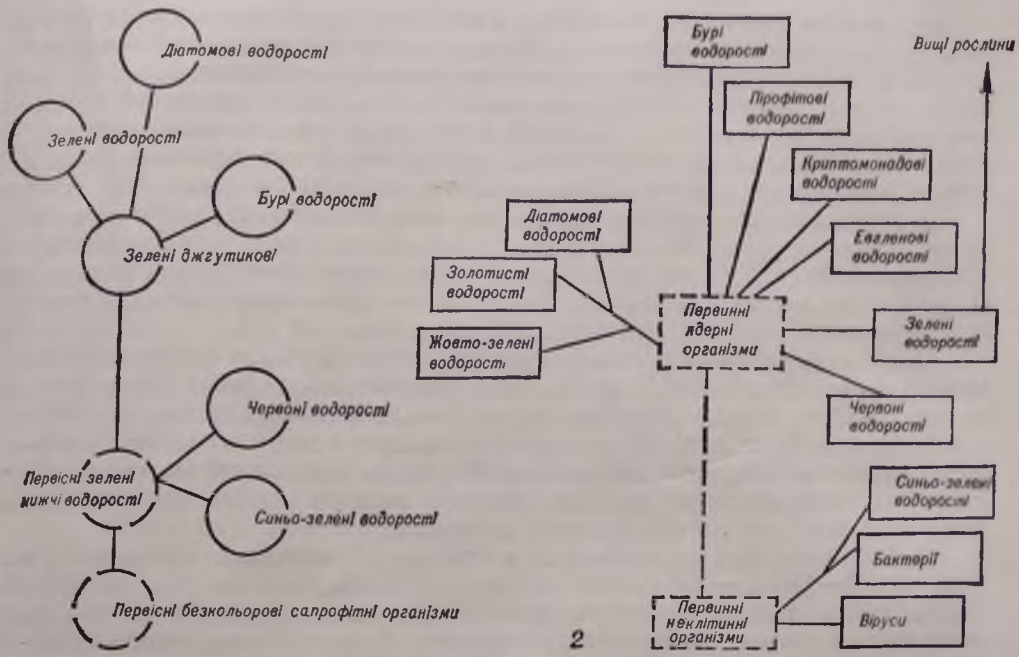

Рис. 41. Схеми еволюції основних груп водоростей *(1 — за Курсановим і Комарницьким, 2 — за Зеровим).*

вищий щабель розвитку в напрямі ускладнення морфолого-анатомічної будови і фізіологічних функцій. Можливими предками вищих наземних рослин є зелені або бурі водорості.

Безпосередній філогенетичний зв'язок між водоростями і найпримітивнішими із сучасних або викопних наземних стеблових рослин установити з безперечною певністю надто важко.

Еволюційні відношення між окремими відділами водоростей зображено у вигляді схем на рис. 41.

ОСНОВНІ РИСИ ЕКОЛОГІЇ ВОДОРОСТЕЙ

Водорості — водяні рослини. Вода як середовище існування організмів має своєрідні особливості, відмінні від наземно-повітряного середовища. Водне середовище характеризується значною щільністю, розсіяністю елементів живлення, своєрідним світловим і тепловим режимами. До екологічних факторів, які зумовлюють розвиток і розподіл водоростей у водоймах, належать: хімічний склад води, світло, температура, рух води. Температура і світло є тими основними чинниками, які зумовлюють вертикальний розподіл, а органічні речовини і рух води — горизонтальний розподіл водоростей.

Живлення водоростей. Значення хімічного складу води. Водоростям усіх відділів властивий автотрофний фотосинтетичний тип живлення, який зумовлюється наявністю в клітинах основних пігментів — хлорофілів і різних додаткових пігментів — фікоціану, фікоеритину, фукоксантину та ін. Різні відділи водоростей характеризуються певними комплексами пігментів, певною специфічністю процесу фотосинтезу і утворенням різних запасних речовин.

Переважна більшість водоростей є повними автотрофами. Серед багатьох нижчих представників досить поширене подвійне живлення — міксотрофне: поряд з фототрофним живленням вони можуть живитись гетеротрофно. У частини водоростей вторинно виникло сапрофітне живлення. Воно, наприклад, буває у деяких грунтових водоростей, що втратили пігменти. Рідше серед водоростей зустрічається паразитичний тип живлення. Найбільше паразитичних форм відомо серед синьо-зелених водоростей.

Для процесу фотосинтезу водоростям потрібні вуглекислий газ і світло як джерело енергії. Вуглекислий газ перебуває у воді в розчиненому стані або у вигляді вуглекислих чи двовуглекислих солей. Різні водорості, черпаючи вуглекислий газ з бікарбонатів, зумовлюють перетворення їх в карбонати і відкладання вапняків у водоймах.

На відміну від вищих рослин водорості потребують для свого розвитку меншої кількості світла. Ця властивість відповідає водним умовам існування, оскільки у воду проникає значно менша кількість світла, ніж його є на поверхні. Крім того, спектральний склад світла з проникненням у глибину помітно змінюється. Переважна більшість водоростей (зелені, бурі, діатомові) використовує червоні промені спектра і тому поширена на невеликих глибинах, у поверхневих шарах води.

У чистій воді вже на глибині 10 *м* є тільки 2% червоних променів. На глибині 100—200 *м* — сліди жовтих і зелених променів, а на глибині 500 *м* залишаються тільки фіолетові промені. На значних глибинах можуть розвиватися синьо-зелені і червоні водорості, бо вони мають додаткові пігменти фікоціан і фікоеритрин, що відповідають спектральному складу світла на цих глибинах. Пігментна система у деяких водоростей досить лабільна і здатна пристосовуватись до різних умов освітлення (хроматична адаптація у деяких червоних і синьо-зелених водоростей).

Світло як фактор фотосинтезу зумовлює також закономірний вертикальний розподіл водоростей у водоймах. Нижньою межею масового розвитку водоростей у морях є глибина близько 100 *м*, найбільш тіневитривалі види можуть проникати до 350—500 *м*. Глибше водорості не зустрічаються, бо на такі глибини не проникають ніякі промені світла.

Водорості потребують для свого існування мінеральних елементів. На їх розвиток впливає кількість і склад солей у водоймах. Залежно від кількості розчинених у воді солей (переважно NaCl) усі водойми поділяються на такі групи: прісноводні — з кількістю солей до 0,5 *г* на 1 *л* води; солонуватоводні — від 0,5 до 16 *г*; солоноводні (морські) — від 16 до 47 *г*; пересолені — понад 47 *г*. Деякі пересолені континентальні водойми можуть мати розчинних солей до 200 *г* і більше на 1 *л* води. Кожна з цих груп водойм має специфічну флору водоростей. Прісноводними є кон'югати, харові, протококові, вольвоксові, едогонієві, вошерієві, багато синьо-зелених, частина діатомових водоростей. У морських водоймах живуть бурі, червоні, сифонові, діатомові, частина синьо-зелених і зелених водоростей. У пересолених водоймах, де умови життя надзвичайно важкі, зустрічаються лише окремі види синьо-зелених і вольвоксових водоростей.

Залежно від біогенних речовин, потрібних для живлення водоростей, водойми поділяються на оліготрофні — бідні на поживні речовини, зокрема на азот і фосфор (в них водоростей мало); евтрофні — багаті на поживні речовини (тут водорості розвиваються у великій кількості); дистрофні — багаті на гумінові, але бідні на мінеральні речовини (водорості тут розвиваються погано).

Нестача азоту і фосфору часто обмежує розвиток водоростей у водоймах влітку. Штучне удобрення водойм солями азоту і фосфору сприяє доброму розвиткові планктонних водоростей і підвищенню продуктивності водойм, де розводять рибу. Велику роль у розподілі водоростей у водой-

мах відіграють залізо і кальцій. Водорості потребують малої кількості заліза. Деякі види дуже чутливі і негативно реагують на збільшення концентрації цього елемента у воді. Сірка, калій, кремній завжди є у воді в кількостях, що забезпечують нормальний розвиток водоростей.

Вимогливими до заліза, кремнію є діатомові, вошерія; до кальцієлюбів належать вольвоксові, улотриксові, харові, кладофора. У кислих болотних водах, які, звичайно, бідні на кальцій, поширені десмідієві.

Водорості вибірково вбирають з води й нагромаджують у клітинах різні елементи. Вміст одних елементів у клітинах буває меншим або однаковим порівняно з вмістом їх у воді, а інших, переважно рідких і розсіяних, набагато більшим, іноді в сотні і тисячі разів. Наприклад, водорость ламінарія містить 0,1—0,5% йоду (від сирої ваги), тоді як у воді його тільки 0,000005%. Вміст міді в клітинах ламінарії перевищує в 300 раз, а фосфору в 500 раз їх концентрацію у воді. Багато водоростей здатні акумулювати в своєму тілі розсіяні у воді радіоактивні ізотопи. Відношення величини концентрації елемента в тілі водорості до концентрації його в середовищі називають *фактором концентрації*. Величина цього показника залежить від природи організмів, вмісту елементів у воді та інших факторів.

Активними концентраторами радіоактивних ізотопів є прісноводні водорості. Наприклад, концентрація Sr^{90} у клітинах водорості сценедесм може перевищувати концентрацію Sr^{90} у воді, зараженій цим елементом, у 1000—9000 раз. Високу концентрацію радіоактивних речовин (P^{32}, Cu^{64}, Na^{24}) мають планктонні діатомові водорості, питома радіоактивність яких у зараженому середовищі в 2000 раз більша, ніж води. Бурі водорості є слабішими концентраторами, їх радіоактивність більша, ніж морської води, в 10—260 раз.

Водорості-концентратори можуть бути індикаторами на виявлення початкових стадій радіоактивного зараження природних вод. Водорості сприяють також очищенню стічних вод і взагалі водойм від решток радіоактивних ізотопів.

На життя і поширення водоростей впливає забруднення водойм органічними речовинами, так звана *сапробність* води. Та чи інша сапробність водойми буває наслідком спускання стічних вод, забруднення її худобою, нагромадження продуктів природних процесів розкладу та ін. У великих водоймах забруднення нерівномірно охоплює всю площу води, а тому розрізняють тут певні зони сапробності. Зону найбільшого забруднення називають *полісапробною*, середнього — *мезосапробною*, майже чистої води — *олігосапробною*. Кожній зоні властивий певний фізико-хімічний режим і відповідні, так звані показові організми. У полісапробній зоні добре розвиваються бактерії, інфузорії, евглени; в мезосапробній — синьо-зелені і діатомові водорості; в олігосапробній — переважно зелені водорості.Забруднення водойм органічними речовинами часто є причиною «цвітіння» води — масового розвитку деяких планктонних водоростей. Найчастіше цвітіння води спричиняють синьо-зелені водорості (близько 75 видів), одноклітинні зелені водорості.«Цвітіння» води дуже погіршує умови життя у водоймах. У цей час значна кількість водоростей відмирає, осідає на дно, розпочинаються посилені процеси гниття, що спричинюється до зменшення у воді кисню і збільшення вуглекислого газу. Це явище може викликати задуху риби, нагромадження у воді отруйних для тварин речовин, негативно позначається на водопостачанні в комунальному господарстві.

Боротьбу з цвітінням води ведуть за допомогою *альгіцидів* — речовин, отруйних для водоростей (мідний купорос, гексахлорбутадієн та ін.).

На штучних середовищах деякі водорості добре засвоюють прості цукри, амінокислоти. Хлорела, хлорокок, анкістродесм, сценедесм добре роз-

виваються на органічних речовинах в темряві. Засвоюючи деякі органічні речовини, водорості беруть участь в природних процесах очищення води.

Вплив тепла. Загальний діапазон температури в морях і континентальних водоймах, у межах якого живуть водорості, перевищує 100°. Різним кліматичним широтам властива певна флора водоростей. Є види теплолюбні (сифонові, саргасові), холодолюбні (ламінарієві, фукусові) і види, які ростуть у різних теплових умовах (наприклад макроцистис). Багато водоростей добре витримує негативні температури. Неодноразове замерзання і відтаювання витримують діатомові, синьо-зелені і деякі зелені водорості.

У льодах Арктики й Антарктики зустрічаються різні види діатомових. На снігових полях арктичних і високогірних районів водорості бувають у такій кількості, що забарвлюють сніг («кривавий сніг», «зелений сніг»).

Є водорості (термофіти), які заселяють гарячі джерела з температурою 85—93°С. В гарячих джерелах Камчатки виявлено 52 види водоростей, серед них синьо-зелених 28, діатомових 17, зелених 7.

Крайні мінливі температурні умови найкраще переносять простіше організовані водорості; у них діє фізіологічний механізм захисту. Частина водоростей за несприятливих температурних умов утворює спочиваючі зимуючі спори, виділяє слиз, яким вкривається тіло, або переходить у пальмелоїдний стан.

На горизонтальний розподіл водоростей у водоймі певний вплив має рух води. У місцях з швидкою течією розвиваються переважно прикріплені водорості, там майже немає планктонних форм.

Екологічні угруповання водоростей. У природі водорості утворюють певні екологічні угруповання — водоростеві ценози. За умовами існування їх поділяють на дві великі групи: водорості, що живуть у воді, і водорості, які живуть поза водою. Водорості, що живуть у воді, в свою чергу поділяються на планктонні, бентосні, перифітонні. Водорості, які живуть поза водою, поділяються на аерофітон і едафон.

Фітопланктон («планктос»—по-грецьки *блукаючий*). Планктонні водорості перебувають у воді в завислому стані. Пристосуваннями до цих умов життя, які збільшують поверхню, зменшують вагу, тобто збільшують плавучість водоростей, є мікроскопічний розмір, куляста чи пластинчаста форма тіла, джгутики, виділення слизу навколо клітин, різноманітні вирости на поверхні тіла, нагромадження в клітинах олії, газові вакуолі у деяких видів.

Планктон є прісноводний і морський. У складі прісноводного планктону багато діатомових водоростей (переважно нерухливі пенатні), синьо-зелені, зелені (вольвоксові, протококові). В складі морського планктону зустрічаються центричні діатомові, синьо-зелені, зелені водорості, а також перидинеї.

У водоймах різних типів відповідно до складу води кількісний і якісний склад планктону неоднаковий. Він змінюється і в різні пори року. На сезонні зміни планктону впливають світло, температура, кількість органічних речовин у воді, вертикальне перемішування водних шарів води та інші фактори. Розвиток глибоководного планктону дуже обмежує недостача світла. У прозорій морській воді планктон дуже рясний до глибини 100 *м*, а в прісних водоймах — до 10 *м*. Відбувається добова і сезонна міграція планктонних видів. У нічні години планктонні водорості повільно опускаються, а вдень, в зв'язку з посиленим виділенням газів, вони піднімаються вгору. Верхні шари води бувають бідні на азот і фосфор, і їх швидко використовують водорості. Тоді планктон трохи опускається. Найбільшого розвитку він досягає в літні місяці. В 1 *л* води в цей час може бути від кількох десятків до десятків мільйонів планктонних організмів. Навіть в ар-

тичних водах в 1 $м^3$ буває 20—30 млн. особин планктону. За особливо сприятливих умов спостерігається масовий розвиток двох-трьох видів планктонних водоростей, які спричинюють «цвітіння» води.

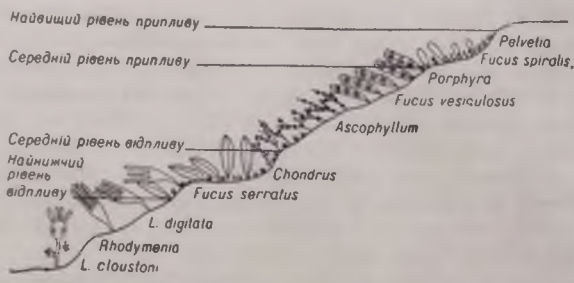

Рис. 42. Поширення водоростей в літоральному поясі європейського морського узбережжя.

Загальна біомаса (вага) фітопланктону в арктичних морях становить 6—14 *г* на 1$м^3$ води, в Каспійському морі 1,2—3 *г* (місцями 100—140 *г*) в Азовському 270 *г* (літні місяці). Річний «урожай» планктону обчислюється тоннами з поверхні 1 *га* води. В Баренцовому морі він становить 30—50 *т*, у деяких прісноводних озерах —25—26 *т*. Річна продукція фітопланктону Світового океану дорівнює астрономічній величині — близько 550 млн. *т*.

Фітопланктон, складаючись з автотрофних фотосинтезуючих організмів, відіграє величезну роль у розвитку живих організмів прісноводних і морських водойм. Завдяки його діяльності у водоймах нагромаджуються органічні речовини, а вода насичується киснем.

Фітобентос («бентос» — по-грецьки *глибина*). Бентосні водорості живуть на дні, в грунті водойм і на поверхні субстратів, занурених у воду. В розміщенні бентосу, особливо морського, спостерігається певна закономірність — зональність залежно від глибини і пов'язаного з нею режиму освітлення.

Відрізняють три пояси рослинності водойм по вертикалі — літоральний, субліторальний, еліторальний.

Літоральний пояс, або літораль,— узбережна частина водойм, що в морях починається від найвищої межі припливу і закінчується нижньою межею відпливу, тобто зона, яка осушується під час відпливу. Літораль морів заселена прикріпленими водоростями, переважно бурими, червоними і менше зеленими (рис. 42). Тут багато епіфітних водоростей на фукусах та інших рослинах (синьо-зелені, зелені, діатомові).

Літораль прісних водойм починається від межі заплеску хвиль до нижньої межі поширення прикріплених до дна рослин. В ній розвиваються різні зелені, діатомові і синьо-зелені водорості.

Сублітораль — пояс від нижньої межі відпливу до 40 *м* глибини водойми. В морях холодної і помірної смуги в субліторалі зростають ламінарієві водорості, а в нижніх горизонтах — червоні.

Еліторал ь — пояс від 40 до 100 *м* і більше глибини водойми. В ньому переважають червоні водорості.

Фітобентос поширений в морях до глибини 200—500 *м*. Глибше починається позбавлена рослин зона. Прісноводний бентос розвивається до невеликої глибини — 2—3 *м* і лише в озерах з дуже прозорою водою опускається до 20—30 *м* і більше. В Байкалі фітобентос доходить до 70 *м*. У неглибоких водоймах, що добре прогріваються, масово розвиваються нитчасті кон'югати, водяна сіточка. В складі бентосу холодних морів переважають бурі водорості, а в теплих морях значно збільшується кількість червоних і сифонових. Якщо умови існування планктону є більш-менш однорідними, то умови існування бентосу відрізняються значною різноманітністю (м'які і тверді грунти, затінення, дія прибою тощо). Розвиток морського бентосу пов'язаний із скелястим або кам'янистим грунтом. На