

ТЕТЯНА ПАВЛЕНКО

Коштовності моря - діатомеї

Невидимі прикраси

Кожний з вас бачив водорості в морі, в озері або ставку, зрештою – в акваріумі. Але не кожен знає, що крім звичайних зелених, бурих, червоних водоростей, є дрібні мікроскопічні одноклітинні діатомові водорості, або діатомеї (*Bacillariophyta*), схожі на ювелірні вироби.

Одноклітинні організми здаються нам примітивними у порівнянні з багатоклітинними формами життя. Однак діатомеї мають особливу клітинну структуру і, можливо, найвишуканішу у природі геометрію.

У морських водах живуть діатомові водорості, які можна помітити неозброєним оком. Але як правило, діатомеї мають середній діаметр 25 мікрон (1 мікрон = 10^{-6} м) – чотири водорості помістяться впоперек людської волосини. Однак ці дрібні організми – вагомий компонент біоти Землі. Вони складають майже четверту частину органічної речовини планети. Діатомеї нараховують близько 300 родів, які об'єднують десятки, а на думку деяких вчених, сотні тисяч видів живих і викопних водоростей.

Де живуть

Діатомеї живуть в океанах, морях і прісних водоймах: стоячих (озерах, ставках, болотах) і проточних (річках, струмках, зрошувальних каналах та ін.). Вони поширені у ґрунті, їх знаходять у зразках повітря, у льодах Арктики і Антарктики. Таке розповсюдження діатомових обумовлене їхньою здатністю пристосуватися до різних екологічних факторів і водночас існуванням видів, які мають вузьке пристосування до екстремальних значень цих факторів.

Як живуть

Наявність розчиненого кремнезему – обов'язкова умова існування та поділу діатомеї: їхні клітини мають внутрішню пектинову оболонку і зовні вкриті панциром із силікатів (солей, що містять Силіцій). Стінки панцира мають пори, через які здійснюється обмін речовин із зовнішнім середовищем.

Окрім кремнезему (хімічна назва – силіцій(IV) оксид), до складу панцира входить невелика кількість Феруму, Алюмінію, Магнію та органічних речовин. У морських планктонних діатомеї панцир містить 95,6 % SiO_2 і 1,5 % Al_2O_3 або Fe_2O_3 . Справжній живий пісок! Поверхня панцира вкрита тонким пектиновим шаром.

Кремнезем, кварц – це мінерали, з яких складаються опали. Силіцій(IV) оксид входить до складу піску, сланців, скла.

У воді кремнезем є у вигляді ортосилікатної (ортосилікатової кислоти) H_4SiO_4 (точніше у вигляді йонів SiO_4^{4-}). До клітини діатомових кремній потрапляє у вигляді H_4SiO_4 . Якщо концентрація розчину зростає (а рН менше 9) або якщо зменшується рН насиченого розчину, ортосилікатна кислота випадає у вигляді аморфного осаду силікатної кислоти H_2SiO_3 ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Хоч Силіцій – один із найбільш розповсюджених хімічних елементів земної кори, його доступність для діатомеї обмежена розчинністю. Середній



вміст Силіцію у морській воді приблизно 6 ppm¹. Відкладаючись, кремнезем утворює заглиблення, гребені, шипи, які вкриваються силікатами та іншими сполуками Силіцію. Так утворюються опалові стулки діатомових водоростей. Ця візерункова структура вкрита дрібними порами і отворами з обов'язковою симетрією і безліччю цікавих геометричних форм. Морські діатомові швидко вичерпують запаси кремнезему, розчиненого у поверхневому шарі води, і це обмежує їхній подальший розвиток.

Так само, як інші водорості, діатомові містять зелений пігмент хлорофіл, а також інші пігменти, наприклад, жовтуватий ксантофіл, який надає їм чудового золотисто-коричневого відтінку.

Вражає хитромудрий спосіб поділу клітин діатомових водоростей. Стінки клітини складаються з майже ідентичних половинок, які доповнюють одна одну, наче коробочка і кришечка. Менша стулка, її називають гіпотекою, заходить у більшу – епітеку. Стулки різноманітні і наче декоративно-інкрустовані, справжні ювелірні вироби природи. Їхня форма і конструкція можуть розповісти про особливості життя цих дивовижних водних рослин. Вони бувають круглі, еліптичні, трикутні, видовжені, дископодібні, можуть мати іншу геометричну форму, але завжди з чіткою симетрією. У більшості діатомей стулки витягнуті. Положення, коли діатомова водорість розглядається з кришки або денця, називається виглядом зі стулки, а положення збоку – виглядом з пояска.

Під час поділу стулки відділяються і згодом відтворюють трохи меншу черепашку, схожу на ту, що була з ними в парі. Ця схема нагадує матрешку: після кожного поділу з'являються щораз менші дочірні клітини, аж до найменших. Очевидно, що через це популяція поступово дрібнішає, і після декількох поділів клітини утворюють ауксоспори, що не мають панцира. Ауксоспори ростуть і згодом дають початок новому поколінню більшого розміру.



як вони рухаються

Діатомові водорості *Pennate* (пеннате), які розвинулися у відносно близький історичний період, вражають способом пересування. Справа в тому, що остаточно механізм пересування діатомових водоростей не вивчений. Згідно з однією версією, завдяки плазматичному потоку через щілини у шві панцира діатомова водорість наче відштовхується від поверхні.

У деяких діатомей у ділянці пояска утворюється шов у вигляді щілини, і якщо вона не заростає, водорість має здатність рухатися. Зі щілини назовні витікає слиз, рух якого спрямований в одному напрямку – вздовж борозенок і ребер на стулках, рухаючи клітину. Виділення слизу нагадує захвалення газів поблизу вихлопної труби двигуна. Він рухається повільно, але цілеспрямовано, і якщо напрямок руху змінюється, клітина розвертається. Науковці описали перші відкриті діатомові водорості, назвавши їх човниками, що рухаються під дією струменя слизу.

які вони різні

Однією з найпоширеніших діатомових водоростей у наших водоймах є пінулярія. Вона живе у природному шарі води, торф'яниках і в болотах. Полюбляють пінулярії жити на дні лісових струмочків та меліоративних каналів. Навіть при незначному збільшенні у краплі води можна побачити витягнуті чотирикутні клітини пінулярії. Перевертаючись, клітини набувають еліпсоїдної форми. Вигляд з пояска демонструє шов з трьома маленькими вузликками, за допомогою яких скріплюються стулки, а вигляд зі стулки – ребристі структури, які спрямовують рух слизу.

Схожа на пінулярію і навікула. Вона живе в таких самих умовах, що й пінулярія, тому їх часто можна знайти в одній краплі води. Навікула має характерну

¹ ppm (ppm промілле) = 1 мл на 1 000 л.

еліпсоїдну форму тіла, кінці її стулок витягнені й загострені. Рух навікули цікаво спостерігати під мікроскопом.

У наших водоймах багато представників діатомових водоростей. Вони надзвичайно різноманітні за формою. Наприклад, **ніцшія** має витягнуту вузьку клітину, **цимбела** схожа на Місяць і рухається по криволінійній траєкторії, з'єднані клітини **табеларії** нагадують касети з патронами, **астеріонели** схожі на зірочки, а **флагілярії** – на стрічки.

У минуле

Стулки діатомових водоростей не розчиняються у більшості природних вод, тому вони відклалися впродовж останніх 150 млн. років, починаючи ще з раннього крейдяного періоду. Прісноводні діатомей з'явилися приблизно 60 млн. років тому. У ті далекі часи вони мали переважно кулясті та трикутні форми. Стулки панцира у викопних діатомей дуже тонкі й без шва. Нині від тих давніх водоростей крейдяного періоду залишились тільки поклади – діатоміти, що на 50–80% складаються з окремих стулок вимерлих діатомей.

Не лише заради краси

Структура черепашки діатомової водорості – видова ознака, хоч є незначні індивідуальні відмінності, і знайти дві однакові діатомові водорості неможливо. Їхня краса неповторна. Однак Природа створила діатомові водорості не лише для естетичної насолоди. Вони виробляють для себе їжу, яка складає вагому частку щорічного виробництва органічного вуглецю на Землі. У цьому процесі вони споживають велику кількість вуглекислого газу і утворюють значну частину атмосферного кисню планети. Кінцевим продуктом фотосинтезу у діатомей є ліпіди, вони становлять

до 10% об'єму клітини. Ці водорості синтезують такі цінні олії як арахісова, лляна і бавовняна. Діатомові водорості – одне з головних джерел поживи для багатьох риб. До речі, саме від них риби отримують найбільше вітаміну D, що входить до складу риб'ячого жиру. Діатомові скам'янілі породи мають чудові абразивні, фільтрувальні та ізоляційні властивості і використовуються у промисловості. Діатоміт Альфред Нобель використав для створення динаміту і розбагатів. Сьогодні ці кошти (пригадайте Нобелівську премію) працюють на розвиток науки. Ймовірно, ці водорості внесли вагомий вклад у формування запасів вуглеводнів на Землі. Діатомові водорості – керівні копальни, які підказують геологам, де шукати нафтові родовища. Діатомові водорості відіграють життєво важливу роль у біосфері. Вони чинять важливий вплив на концентрацію неорганічних речовин у водному середовищі, особливо кварцу, нітратів і фосфатів, відіграють важливу роль у їхній циркуляції міжживими і неживими компонентами біосфери. За певних умов (наприклад, забруднення добривами, фосфатами і розмноження мікробів), ці водорості виконують додаткову функцію очищення забруднених джерел води.

Ось такі вони, кремнеземні човники діатомових водоростей, мікроскопічні живі механізми, одна з багатьох дивовижних фантазій Природи. Усім, хто вивчає, любить і відчуває природу, вони дають урок філософії дизайну і його значення. Справжні коштовності моря, витвори Творця, поруч з якими ховаються найпрекрасніші творіння Фаберже. Візитівка Головного Дизайнера.

І все це можна знайти у краплі води, взятій із звичайної сінької калюжі або водойми! Там вирує життя таємничого мікросвіту, що дає нам стільки цікавих спостережень і нашоухує на роздуми про безконечність пізнання.