УДК 577.1:546.212

БІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ФУНКЦІЇ ВОДИ

Патика В. П.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

E-mail: patykavolodymyr@gmail.com

«Воді була надана чаруюча влада стати соком життя на Землі» *Леонардо да Вінчі.*

Вода – це у вищому ступені реакційно властива речовина, що володіє незвичними властивостями і дуже сильно відрізняється як у хімічному, так і у фізичному відношенні до більшості інших рідин. Перші клітини, що виникли у первинному океані, повинні були пристосовуватися до унікальних властивостей води, і, як ми побачимо, живі організми в кінцевому рахунку навчилися ефективно використовувати ці властивості. Вода і продукти її дисоціації – водневі і гідроксильні іони – є важливими факторами, які визначають структуру і біологічні властивості білків, нуклеїнових кислот, жирів, а також мембран і багатьох інших компонентів клітини.

У порівнянні з іншими рідинами вода має незвичайно високу температуру плавлення і кипіння, теплоту випаровування, питому теплоємкість, а також високий поверхневий натяг. Ця особливість води зумовлена тим, що сили притягування між молекулами рідкої води дуже великі і відповідно велике їх внутрішнє щеплення. Характерне розташування електронів у молекулі води надає їй електричну асиметрію. Більш електронегативний атом кисню намагається притягнути електрони атомів водню, залишаючи водневі атоми оголеними. У результаті кожен з двох атомів водню володіє частково позитивним зарядом, а атом кисню несе частково негативний заряд. Отже, молекула води в цілому хоча і не має сумарного заряду, але представляє собою електричний диполь.

Сили притягання між молекулами води визначаються в основному полярною природою цих молекул, так як між частковим негативним зарядом атома кисню однієї молекули води і частковим позитивним зарядом атома водню має місце сильне електростатичне притягання. Цей тип електростатичної взаємодії,

що включає у себе незначний ковалентний компонент, називають водневим зв'язком. Водневі зв'язки характерні не тільки для води, а й для біологічних систем. Водневі зв'язки між молекулами води виникають не тільки у рідкій воді, але і в кристалах льоду і водяній парі. Рідку воду можна розглядати як злегка розтрісканий лід (15% водневих зв'язків розривається у води). При 100ºС між молекулами води ще існує достатньо сильна взаємодія, на що вказує висока теплота випарування води. І дійсно, водневі зв'язки між молекулами води практично повністю зникають при нагріванні водяної пари до 600ºС.

Вода здатна також диспергувати багато сполук, що містять неполярні, або гідрофобні групи, причому утворюються міцели молекулярних розмірів за умови, що ці сполуки містять також сильно полярні групи. Цей тип «розчинення» стає можливим внаслідок утворення водневих зв'язків, що виникають не між молекулами розчиненої речовини і молекулами розчинника, а тільки між молекулами розчинника. Сполуки, що містять як сильно гідрофобні, так і сильно полярні групи, називаються амфіпатичними. Найпоширенішими амфіпатичними біомолекулами, схильними до утворення міцел, є жирні кислоти й полярні ліпіди.

Міцели можуть містити сотні й навіть тисячі молекул амфіпатичних речовини. Характерне розташування неполярних груп у молекулах, що утворюють міцели, обумовлено тенденцією молекул води до досягнення стану максимальної невпорядкованості, або максимальної ентропії. У цьому стані для води характерно величезне число міжмолекулярних взаємодій за рахунок водневих зв'язків. Для впровадження у воду якої-небудь неполярної структури, наприклад вуглеводневого ланцюга, потрібна витрата енергії, тому що в цьому випадку навколишні молекули води виявляються змушеними розташуватися трохи більш регулярно, ніж у випадку чистої води, тобто мати меншу ентропію. Іншими словами, міцели утворюються внаслідок того, що молекулам води більше «подобаються» інші молекули води, ніж неполярні структури.

Живі організми успішно пристосувались до водного середовища і навіть напрацювали засоби використання деяких

незвичайних властивостей води. Висока питома теплоємність води корисна для клітини, тому що клітинна вода діє як «тепловий буфер», дозволяючи зберігати відносно сталу температуру клітини при помітних коливаннях температури довкілля.

Висока теплота випарювання води лежить в основі ефективного механізму тепловіддачі шляхом випарювання поту у хребетних. Висока структура упорядкованості рідкої води, що обумовлена водневими зв'язками, використовується вищими рослинами для транспорту живильних речовин з коріння у листки. Навіть те, що лід має більш низьку густину у порівнянні з рідкою водою тому і плаває, має важливі біологічні наслідки для водних організмів. Але найбільш суттєвим для всіх організмів є той факт, що багато важливих біологічних властивостей клітинних макромолекул, зокрема нуклеїнових кислот і білків, обумовлені взаємодією цих молекул з оточуючими їх молекулами води.

Вода характеризується такими фізичними показники (за ІСО 6170): температура, запах, смак, прозорість, мутність, густина.

Хімічні показники води (за ІСО 6170): грубо-дисперговані речовини, мг/л; сухий залишок, мг/л; прокалений залишок, мг/л; електропровідність, $ом^{-1}$ х $см^{-1}$; окислювальність, мг O_2/л; розчинений кисень, мг/л; біохімічне споживання кисню (БПК5), мг/л O_2; вільний хлор, мг/л; хлороємність, мг/л; активна реакція середовища, pH; кислотність, мг-екв/л; лужність, мг-екв/л; іони Ca2+, Mg2+, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}; азотовмісні речовини: азот амонійних солей, нітрити, нітрати, мг/л; твердість води, мг-екв/л; вуглекислота, мг/л; кремнієвий ангідрид, мг/л; сірководень; іони важких металів.

Завдяки будові та унікальним властивостям вода обумовлює життєдіяльність клітин, тканин і органів живих організмів.