

**Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
Факультет фізичної культури і спорту**

Кафедра теорії та методики фізичної культури

Навчальна дисципліна «Біохімія фізичних вправ»

ЛЕКЦІЯ №1

**Тема: «Предмет і завдання біохімії для теорії і практики
фізичного виховання і спорту»
(2 години)**

Ступінь бакалавра

Галузь знань 01 Освіта

Код та найменування спеціальності 014 Середня освіта

Предметна спеціалізація 014.11 Середня освіта (Фізична культура)

**Освітні програми: Середня освіта: Фізична культура, спортивно-масова
робота та туризм**

Середня освіта: Фізична культура та Захист Вітчизни

Галузь знань 01 Освіта

Код та найменування спеціальності 017 Фізична культура і спорт

Освітня програма Фізична культура і спорт: Тренер з видів спорту

Розробив:

**Доктор біологічних наук,
професор кафедри теорії і
методики фізичної культури
Рожков І. М.**

Лекція №1

Тема: Предмет і завдання біохімії для теорії і практики фізичного виховання і спорту (2 години)

Метою лекції є: ознайомити студентів з предметом досліджень біохімії фізичних вправ, її сучасним станом та перспективами розвитку, методологією наукових досліджень, прикладним застосуванням біохімічних знань; розвинути у студентів схильність до самостійної дослідницької діяльності.

Література основна

1. Біологічна хімія. Губський Ю.І. - Київ-Тернопіль,: Укрмедкнига., 2000.
2. Копильчук Г.П., Волощук М.М. Біохімія. – Чернівці: Рута. – 2004. – 224 с.
3. Шевряков М.В., Яковенко Б.В., Явоненко О.Ф. Практикум з біологічної хімії: Навчально-методичний посібник для студентів біологічних спеціальностей і факультетів фізичного виховання і спорту вищих навчальних закладів. – Суми: ВДТ Університетська книга. – 2003. – 204 с.
4. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. – Суми: Університетська книга. – 2002. – 401 с.

Література додаткова

1. Белицер В. А. Хімічні перетворення в м'язі. М., 1940.
2. Паладієві Л. В. Дослідження по біохімії м'язової діяльності. "Фізіол. журн. СРСР", 1935, т. 19. стор. 277.
3. Яковлєв Н. П. Нариси по біохімії спорту. М., 1955.
4. Яковлєв Н. Н., Коробок А. В., Янанис С. В. Фізіологічні і біохімічні основи теорії і методики спортивного тренування. М., 1957.

План

1. Предмет і завдання біохімії як науки
2. Історія розвитку біохімії
3. Хімічний склад живого організму
4. Біохімічна характеристика води
5. Клітина – основа структури живих систем

Ключові терміни: статистична біохімія, динамічна біохімія, білки, ліпіди, вуглеводи, плазматична мембрана.

1. Предмет і завдання біохімії як науки

Біологічна хімія - це наука про хімічний склад живих організмів та хімічні процеси, що відбуваються в організмах та є основою їх життєдіяльності.

Процеси обміну речовин супроводжуються поглинанням або виділенням енергії. Тому біохімія вивчає не лише процеси синтезу і розщеплення сполук в організмі, а й пов'язані з ними закономірності обміну енергії.

Предметом біохімії є: хімічний склад живих організмів, реакції обміну речовин та законів, за яким вони здійснюються, взаємозв'язки між будовою речовин, їх перетворенням та функціонуванням органів та тканин, до яких вони належать.

Основне **завдання** біохімії фізичних вправ – вивчити закономірності протікання процесів життєдіяльності, а також способи обміну речовин і енергії в організмі у стані спокою та під час виконання фізичних навантажень, а також використання цих закономірностей для вдосконалення методів фізичного виховання і спортивного тренування, для оцінки стану тренуваності спортсменів і розробки біохімічних основ харчування спортсмена.

У процесі становлення і розвитку біохімії, як окремої галузі науки, виникли і успішно розвиваються основні її напрями: статична, динамічна та функціональна біохімія.

Статична біохімія – досліджує хімічну природу і властивості речовин, що входять до складу організму.

Динамічна біохімія вивчає перетворення речовин в організмі і пов'язане з ним перетворення енергії, тобто обмін речовин і енергії в організмі.

Функціональна біохімія займається вивченням хімічних процесів, які є основою функціональної діяльності різних органів і систем.

Такий поділ є відносним, оскільки під час біохімічних досліджень усі вони взаємопов'язані.

Залежно від об'єкту дослідження біохімія поділяється на: біохімію людини, тварини, рослини, м/о, вірусів та загальну біохімію, яка вивчає вміст і перетворення речовин для живої матерії в цілому.

За напрямком досліджень виділяють *технічну* біохімію, яка розробляє біохімічні основи різних галузей промисловості (хлібопекарної, пиво-, виноробної, олієжирової, молоко- та м'ясопереробної тощо); *медичну* - вивчає обмін речовин і енергії в організмі людини і тварини; *еволюційну* - аналізується хімічний склад і перетворення речовин живих організмів в еволюційному плані.

Біохімія має велике значення для харчової промисловості, оскільки вивчає склад сировини, проміжних та кінцевих продуктів; процеси, що відбуваються при виробництві, зберіганні продукції рослинного і тваринного походження.

2. Історія розвитку біохімії

Сучасна біохімія як самостійна наука склалась на рубежі 19 та 20 ст. До цього часу питання, що розглядаються нині біохімією вивчались органічною хімією, фізіологією.

Виділяють чотири періоди в розвитку біохімії.

I період – від стародавніх часів до епохи Відродження (XVст.). Це період практичного використання біохімічних процесів при виготовленні хліба,

пива, вина, без розуміння їх сутності. У середні віки починається застосування хімічних методів до вивчення рослин, тварин та людини. У цьому напрямку багато було зроблено у VIII – X ст., особливо арабами, що активно розвивали алхімію. Особливе велике значення мали роботи великого філософа, дослідника, лікаря Абу Алі Ібн-Сіні (лат. Авіценни).

II період – XV– 50-ті роки XIX ст. На основі розвитку експериментальної хімії починається вивчення хімічного складу організмів та перетворень речовин.

Великий внесок в цей період склали роботи М.В.Ломоносова, який вважається засновником російської науки. Він відкрив закон збереження речовини та енергії, встановив значення хімії для медицини, описав жири, ефірні масла, смоли.

Французький вчений Лавуазьє кількісно дослідив та пояснив процеси горіння і дихання. Російський вчений О.М.Бутлеров створив теорію будови органічних речовин, отримав цукри. Німецький вчений Ф. Велер – синтезував сечовину. У 50-ті роки XIX ст. французький вчений Бернар довів, що глікоген у живому організмі перетворюється у глюкозу. Француз Луї Пастер створив теорію бродіння і дихання. Росіянин К.С.Кірхгоф відкрив, що у пророслому зерні міститься речовина, яка викликає оцукрювання крохмалю. Це був перший описаний наукою фермент, який згодом отримав назву амілаза.

III період – 50-ті роки XIX ст. – 50-ті роки XX ст. Характеризується виділенням та розвитком біохімії як самостійної наукової дисципліни. Зростає прикладне значення біохімії.

До цього періоду належать роботи Олександра Яковича Данилевського, який займався вивченням будова білка, зворотності дії ферментів, методами розділення ферментів.

Іван Петрович Павлов дослідив склад соків травлення і процесів ферментативного перетворення поживних речовин.

Микола Іванович Лунін встановив, що нормальний ріст мишей відбувається тоді, коли тварини отримують з їжею не лише білки, жири, вуглеводи та мінеральні солі, але і незначні кількості якихось інших речовин органічної природи, які згодом отримали назву вітаміни.

Професор М.В.Ненцький влаштував першу біохімічну лабораторію в Росії, досліджував процеси розкладу білків, будову хлорофілу та гему (довів схожість їх будови).

Перший підручник біохімії, виданий у Росії, “Курс фізіологічної хімії” (1847 рік) опублікований професором Харківського університету А.Ходнєвим.

Вчений Фішер створив теорію поліпептидної будови білків; фізіолог К.А.Тімірязєв заклав основи теорії фотосинтезу.

Володимир Іванович Паладін працював над проблемами хімізму дихання рослин. У 1921 р. А.Н.Бах організував у Москві НД біохімічний інститут, Паладін у 1925 році у Харков – український НД біохімічний інститут.

На початку XX ст. Ф.Кнооп дослідив процес β -окиснення жирних кислот.

1937 рік – відкриття англійським вченим Гансом Кребсом циклу трикарбонових кислот.

Починається диференціація біохімії на окремі галузі: вітамінологія, ензимологія, біохімія гормонів тощо.

IV період – від 50-х років ХХ ст. до теперішнього часу. Вчені Дж. Уотсон та Ф.Крік у 1953 році створюють модель просторової конфігурації молекули ДНК у вигляді подвійної спіралі. Період характеризується активним дослідженням будови, структури, ролі ДНК та РНК, механізмів збереження та передачі спадкової інформації. Розвиваються космічна біохімія, біофізика, активно впроваджуються досягнення біохімічної науки у виробництво.

Вивчення окремих питань біохімії фізичних вправ велося ще у кінці ХІХ і початку ХХ ст., але носило несистематичний характер. Як самостійна галузь функціональної біохімії фізичних вправ виникла в СРСР, де були створені умови для розвитку науки про фізичне виховання, а в основу усіх наук покладений єдино науковий метод пізнання – діалектичний матеріалізм.

Початком систематичного розвитку біохімії фізичних вправ треба вважати 1927 р., коли були опубліковані перші дослідження А. В. Палладина і його співробітників за біохімічною характеристикою м'язів тренованого організму. В цей же час у ряді інститутів фізичної культури (Харківському, Ленінградському ім. Лесгафта та ін.) були розпочаті дослідження процесів обміну речовин в організмі спортсмена при виконанні фізичних вправ (В. С. Асатиани, Г. Е. Владимиров, Е. С. Савронь, Н. И. Тавастшерна та ін.).

Дослідження в цих напрямках велися і в зарубіжних лабораторіях – в Німеччині, Англії, скандинавських країнах, США і ряду ін. країн (Г. Ембден, Е. Шнейдер, В. Эвиг, И. Линдгард та ін.). Проте на першому етапі розвитку біохімії фізичних вправ дослідження, що проводились мали істотні недоліки: локалістический підхід, вивчення роботи і тренування "взагалі", без належної конкретизації їх характеру, базування теоретичних побудов на метафізичній концепції Хилла - Мейергофа, що вважала в основі м'язового скорочення утворення в м'язах молочної кислоти з вуглеводів, а в основу стомлення надмірне накопичення її в м'язах.

Велике значення для успішного розвитку біохімії фізичних вправ мало відкриття радянським ученим В. А. Энгельгардтом в 1932 дихального фосфорилювання, аденозинтрифосфатазної активності міозину і створення їм основ механохімії м'язів (1939). Значну роль також зіграв вихід монографії В. А. Белицера "Хімічні перетворення в м'язі", в якій по новому були поставлені основні питання біохімії м'язів(1940).

Помітну роль в розвитку біохімії фізичних вправ належить працям сектора біохімії ЛНПФК (Н. Н. Яковлев і співробітники). Роботами цієї лабораторії, що продовжили справу, почату А. В. Палладином і його школою, були розкриті основні закономірності біохімічних основ тренуваності, встановлені біохімічні особливості різних фізичних навантажень, дана біохімічна характеристика основних якостей рухової діяльності - швидкості, сили і витривалості - і характеристика розвитку біохімічних основних якостей в процесі тренування. Істотну допомогу

розвитку дисципліни надала об'єднана сесія АН і АМНСРСР (1950), присвячена вченню І. П. Павлова.

Критика недоліків, що мала місце на цій сесії, дозволила остаточно здолати локалістичні тенденції, що частково збереглися у біохімії фізичних вправ, звернули серйозну увагу на вивчення центральної нервової регуляції обміну речовин при виконанні фізич. вправ і ближче підійти до вирішення питань, що висуваються спортивною практикою.

Результатом стали роботи, присвячені біохімічній характеристиці окремих видів спорту, методів тренування, дослідження по кортикальній регуляції обміну речовин; визначенню стану тренуваності і перетренованої, питанням живлення спортсменів і ряд інших. У 1955 р. вийшла перша монографічна робота по проблемах біохімії фізичних вправ "Нариси з біохімії спорту" Н. Н. Яковлева, а в 1957 - "Фізіологічні і біохімічні основи теорії і методики спортивного тренування" Н. Н. Яковлева, А. В. Коробкова і С. В. Янаниса, узагальнювали досвід радянської і зарубіжної біохімії.

Біохімія фізичних вправ тісно пов'язана у нас з практикою спорту. Велике число біохімічних досліджень по легкій атлетиці, лижному спорту, ве слуханню і спортивним іграм, позагальній фізичній підготовці спортсменів, по акліматизації їх в горах та ін. виконано спільно з методистами і тренерами. Результати багатьох досліджень з питань тренування, живлення та ін. знайшли своє застосування в практиці.

Перед цією галуззю біохімічної науки стоїть ще багато невирішених теоретичних і практичних питань. До числа перших відносяться вивчення скорочувальних білків м'язів і їх взаємодії з джерелами енергії, питання біохімічної передачі нервових імпульсів м'язам та ін. З практичних питань найбільш актуальні: подальша розробка проблеми розвитку основних рухових якостей в процесі тренування по окремих видах спорту, дослідження засобів підвищення спортивної працездатності і прискорення відновного періоду, питання вікової біохімії.

Біохімія фізичних вправ має істотне значення в підготовці фізкультурних кадрів. Її розділ включений в учбові програми інститутів фізичної культури. Викладання цієї дисципліни ведеться на кафедрах хімії і фізіології.

3. Хімічний склад живого організму

У земній корі зустрічається близько 100 хімічних елементів, але для життя необхідні лише деякі з них.

За кількісним вмістом хімічні елементи поділяють на:

- *макроелементи* – O₂, C, H₂, K, Ca, S, Na, P, N₂, Mg, Cl, Fe;
- *мікроелементи* – Cu, Zn, Co, I₂;
- *ультрамікроелементи* – Mo, Pb, Ag.

Численні макро- та мікроелементи знаходяться у живій матерії у вигляді різноманітних хімічних сполук.

Основними хімічними сполуками, що входять до складу всіх живих організмів, є білки, вуглеводи, ліпіди, мінеральні солі, вода. Так, до складу організму людини масою 70 кг входить 21,4 % білків (15 кг), 1 – вуглеводів

(0,7), 10 – ліпідів (7), 10 – мінеральних речовин (7) і 57 % води (40 кг). Крім того, у складі живих організмів міститься велика кількість інших органічних сполук – карбонових кислот, спиртів, альдегідів; у рослинах містяться також алкалоїди, барвники, дубильні речовини; ряд біологічно-активних сполук (вітаміни, гормони, ферменти).

Як видно з наведених даних, найбільшу масову частку серед хімічних сполук, які входять до складу живих організмів, становить вода. В деяких організмах (медузи) майже 99 % всієї маси – це вода.

4. Біохімічна характеристика води

Вода - найпоширеніша сполука в живих організмах. Вона становить близько 75% біомаси Землі. В організмі людини вміст води залежить від віку. Так, у чотиримісячних ембріонів міститься 94% води, у новонароджених — 70-75%, у дорослої людини — близько 65%, а у старечому віці її вміст знижується до 45%. У різних органах і тканинах дорослої людини вміст води нерівномірний і становить 70- 85%. Винятком є кісткова і жирова тканини, які містять менше 30 % води, та біологічні рідини (плазма крові, лімфа, ліквор, травні соки, сеча, слюзи тощо) - більше 90 %.

Отже, вода є основним середовищем для перебігу життєво важливих фізико-хімічних і біохімічних процесів. Важливі й різноманітні функції води в живих організмах зумовлені дипольною природою молекул води.

У рідкому стані вода складається із скупчень (кластерів) молекул, зв'язаних одна з одною водневими зв'язками. Поодинокий водневий зв'язок — це досить слабкий зв'язок, але завдяки своїй численності вони визначають унікальні фізичні й хімічні властивості води, які, у свою чергу, використані живими організмами для реалізації деяких процесів життєдіяльності.

Так, висока теплота випаровування води (0,54 ккал/г) забезпечує один із механізмів терморегуляції - тепловіддачу шляхом випаровування поту. А висока теплоємність води дозволяє організму підтримувати відносно постійну температуру тіла при значних коливаннях температури повітря. Висока діелектрична стала полярних молекул води і сильно виражена здатність їх утворювати водневі зв'язки роблять воду універсальним розчинником. Навколо розчинених частинок іонів і молекул утворюється гідратна оболонка. Гідратація біомолекул забезпечує разом з іншими факторами їх просторову структуру. Білки, фосфоліпіди, нуклеїнові кислоти утворюють у водних розчинах структури, в яких гідрофобні неполярні групи ізольовані від водної фази, а на поверхні знаходяться гідрофільні групи, що взаємодіють із молекулами води. З цим і пов'язана просторова організація надмолекулярних структур, зокрема ліпопротеїнових міцел, мембран, клітинних органел.

Таким чином, вода забезпечує структуру білків, нуклеїнових кислот, ліпопротеїнів та надмолекулярних міцел (мембран і органел). При значному відхиленні вмісту води у тканинах від норми порушується функціонування органел, зокрема процес окислювального фосфорилування в мітохондріях, синтез білків на рибосомах. Завдяки гідратації іонів і молекул частина води в

організмі знаходиться у зв'язаному стані. Гідратна (іммобільна) вода не проявляє властивостей розчинника.

Вода як розчинник забезпечує транспорт речовин в організмі, дисоціацію і, тим самим, активацію ряду біомолекул, є середовищем для перебігу більшості ферментативних реакцій. Крім того, вода безпосередньо служить субстратом в реакціях гідролізу і гідратації, утворюється в процесі тканинного дихання при окисненні вуглеводів, жирів чи амінокислот. Цю воду називають ендогенною або метаболічною. При повному окисненні до кінцевих продуктів 100 г вуглеводів вивільняється 55,6 мл води, 100 г білків — 41,3 мл, а 100 г жирів — 107,1 мл. За добу в організмі людини утворюється 300-400 мл ендогенної води.

Вода, що надходить в організм з продуктами харчування (з першими і другими стравами, напоями), складає так звану екзогенну воду. Потреба в екзогенній воді для дорослої людини становить в середньому 40 г/кг маси тіла. Дітям її потрібно в 3 рази більше. Всмоктування екзогенної води відбувається в тонкому кишечнику. Звідси вона потрапляє через ворітну вену в печінку. Частина її тут затримується, а решта кров'ю розноситься до різних органів і тканин. Частина води надходить у кишечник із травними соками, значна кількість її зворотно абсорбується в товстих кишках. Між кров'ю, органами і тканинами існує постійний динамічний обмін водою.

Вміст води в тканинах знаходиться у прямій залежності від рівня інтенсивності обміну речовин. Залежно від різниці між кількістю води, що надходить, і кількістю виділеної води, розрізняють позитивний, негативний і нульовий баланс води.

Близько 2/3 води в організмі людини знаходиться всередині клітин, а 1/3 — позаклітинна вода, яка, в свою чергу, поділяється на міжклітинну (інтерстиціальну) рідину (25 % всієї води) та води плазми крові і спеціалізованих позаклітинних рідин. Вода вільно проходить через клітинні мембрани і розподіл її між клітинами та міжклітинним простором визначається осмотичними та гідростатичними силами.

За електролітним складом, внутрішньо- і позаклітинні рідини організму значно відрізняються. Головним катіоном плазми крові і міжклітинної рідини є Na^+ , а внутрішньоклітинна концентрація його приблизно у 15 раз менша. Концентрація K^+ всередині клітини в 30-40 разів більша, ніж у позаклітинній рідині. Рівень Mg^{2+} приблизно у 15 раз вищий у внутрішньоклітинній рідині. Концентрація іонів Ca^{2+} в цитоплазмі клітин у стані спокою дорівнює тільки 10^{-7} моль/л, тобто на декілька порядків менша, ніж у позаклітинній рідині. Для того, щоб підтримувати ці градієнти концентрації іонів, затрачається велика кількість енергії.

У плазматичній мембрані більшості клітин знаходяться транспортні АТФази, які за рахунок енергії гідролізу АТФ переносять катіони проти градієнта концентрації. Серед аніонів у позаклітинній рідині переважають хлориди і гідрокарбонати, а всередині клітини — фосфати і білки. Електронейтральність середовищ забезпечується рівністю сумарних кількостей катіонів і аніонів. Електролітний (іонний) склад, рН і осмотичний

тиск є основними параметрами рідин організму, які підтримуються постійними за допомогою регуляторних механізмів, а при їх відхиленні за межі фізіологічної норми розвиваються патологічні зміни в організмі.

Осмотичний тиск залежить від загального числа частинок (іонів і молекул) в розчині і не залежить від їх розміру, молекулярної маси й заряду. Виражають осмотичний тиск як осмолярність (число ммоль на 1 л розчину) або як осмоляльність (число ммоль на 1 кг розчинника).

Осмотичний тиск біологічних рідин, виражений через осмолярність, вимірюють осмометром та за різницею температур замерзання біологічної рідини і чистої води. Але майже в усіх випадках замість вимірювання використовують метод розрахунку осмотичного тиску (осмолярності) на основі даних про концентрацію осмотичне активних частинок у біологічних рідинах.

Осмотичний тиск плазми крові зумовлюється, головним чином, концентрацією іонів Na^+ і Cl^- , вклад яких у загальну величину складає близько 92 %. Тому для розрахунків величини загальної осмолярності плазми крові використовують таку формулу: $2 \times [\text{Na}^+, \text{ммоль/л}] + [\text{сечовина}, \text{ммоль/л}] + [\text{глюкоза}, \text{ммоль/л}]$ Виключення із розрахунку катіонів K^+ і Ca^{2+} компенсується неповною дисоціацією хлориду натрію.

У фізіологічних умовах осмолярність плазми крові становить близько 292 ммоль/л (292 мосм/л, або 5700 мм рт. ст., 762 кПа). При нормальному вмісті сечовини і глюкози їх вклад у величину осмолярності плазми крові дуже малий, але у важких випадках уремії чи гіперглікемії, коли концентрація їх у плазмі зростає у 15 і більше разів, осмотичний тиск плазми крові істотно підвищується. Вклад білків плазми у створення осмотичного тиску зовсім незначний (близько 30 мм рт. ст., тобто 0,5 %), але цю частинку виділяють окремо як колоїдно-осмотичний, або онкотичний, тиск.

Завдяки проникності стінок капілярів для електролітів, концентрації їх у плазмі крові і міжклітинній (інтерстиціальній) рідині близькі, а тому загальна осмолярність цих рідин майже однакова. Але інтерстиціальна рідина майже не містить білків, а проникнення білків плазми через стінку капіляра обмежене. Завдяки цим факторам, вирішальне значення для розподілу води між плазмою крові й інтерстиціальною рідиною має рівень білків плазми, а не електролітів.

Ефективний осмотичний тиск білків плазми протидіє капілярному гідростатичному тиску і, таким чином, сприяє утриманню води в судинному руслі. 75-80 % осмотичного тиску білків плазми припадає на альбуміни, а глобуліни через більшу молекулярну масу мають значно менше значення. Зменшення вмісту альбуміну у плазмі внаслідок зниженого синтезу чи виведення із сечею викликає вихід рідин із судин в міжклітинний простір, зменшення об'єму плазми і розвиток набряку.

Розподіл води між клітинами і позаклітинним простором залежить від різниці осмотичного тиску внутрішньо- і позаклітинної рідини. Осмотичний тиск внутрішньоклітинної рідини створюється, головним чином, іонами K^+ , Mg^{2+} , фосфатами, негативно зарядженими при фізіологічному значенні рН

білками і знаходиться у динамічній рівновазі з осмотичним тиском позаклітинної рідини. Клітинні мембрани легко проникні шляхом дифузії для води, а катіони, аніони і низькомолекулярні органічні речовини (глюкоза, сечовина, амінокислоти) переносяться шляхом активного чи пасивного транспорту і швидкість їх перенесення значно менша від швидкості дифузії води. Тому порушення нормальної концентрації у плазмі крові осмотичне активних речовин, здебільшого іонів натрію, зумовлює зміни гідратації клітин. Особливо чутливі до дегідратації чи надмірної гідратації клітини головного мозку.

Порушення гідратації клітин зумовлюються швидкими змінами концентрації в плазмі крові розчинених речовин, а при повільних змінах концентрації встигає здійснитись перерозподіл розчинених речовин і осмотичний тиск із обох сторін клітинної мембрани вирівнюється без значних переміщень води. Гомеостатичні механізми організму досить ефективно регулюють обмін води й електролітів, підтримуючи в межах фізіологічної норми осмотичний тиск позаклітинної, а через неї і внутрішньоклітинної рідин.

Порівняно з більшістю рідин вода має високі температуру плавлення, кипіння і теплоту випаровування. Це свідчить про сильне притягання між молекулами води. Таке явище пояснюється структурою води. Атоми водню і кисню у воді сполучені один з 4 одним ковалентними полярними зв'язками. Кожний із двох атомів водню об'єднує свій електрон з одним з електронів атома кисню. Проте більш електронегативний атом кисню намагається притягти електрони атома водню. У результаті на двох атомах водню локалізовані частково позитивні заряди, а на атомі кисню - два часткові негативні заряди.

Розташування валентних електронних пар навколо атомів кисню в молекулі води близьке до тетраедричного. Хоча молекула води в цілому електронейтральна, її часткові негативний і позитивний заряди просторово розділені, що призводить до появи в неї електричного дипольного моменту. Таким чином, вода являє собою приклад полярної рідини. Завдяки поділу зарядів дві сусідні молекули води притягуються одна до одної за рахунок сил електростатичної взаємодії між частковим негативним зарядом, локалізованим на атомі кисню однієї молекули води, і частковим позитивним зарядом, локалізованим на атомі водню іншої молекули. Такий тип електростатичної взаємодії призводить до утворення так званого водневого зв'язку.

Окремі молекули води завдяки водневому зв'язку утворюють асоціати. Водневі зв'язки слабші за ковалентні, але завдяки своїй численності забезпечують високу стійкість рідкої води і високу температуру кипіння.

Вода є значно кращим розчинником, ніж більшість інших рідин. Багато кристалічних солей, таких, як хлорид натрію, добре розчинні у воді завдяки біполярному характеру її молекул. Кристалічна ґратка солі стабілізована сильним електростатичним притягуванням між позитивно і негативно зарядженими іонами, що чергуються один з одним. Коли кристал NaCl

поміщають у воду, біполярні молекули води дуже сильно притягують іони Na^+ і Cl^- , руйнуючи тим самим кристалічну ґратку солі. У результаті ці іони в гідратованій формі поступово переходять у розчин.

Вода розчиняє також багато нейтральних органічних речовин, що містять карбоксильні групи або аміногрупи, які здатні іонізуватися в процесі взаємодії з водою. Добре розчиняються у воді багато нейтральних органічних сполук, що містять полярні функціональні групи Це - цукри, спирти, альдегіди і кетони.

Розчинність речовин обумовлена здатністю молекул води утворювати водневі зв'язки з гідроксильними групами цукрів, а також із карбонільними групами альдегідів і кетонів. Ще один клас речовин — це речовини, що диспергируються водою. До них відносять сполуки, що містять гідрофобні (що відштовхують) і гідрофільні (які „люблять” воду) групи. Наприклад, натрієва сіль олеїнової кислоти з довгим вуглеводневим ланцюгом.

Вуглеводневий ланцюг, як і вуглеводні, гідрофобний, не розчинний у воді. Проте якщо олеат натрію диспергувати у воді, то утворюються системи (агрегати), що називають міцелами У міцелах гідрофільні негативно заряджені карбоксильні групи взаємодіють із молекулами води і повернуті до водної фази. Гідрофобні неполярні вуглеводні ланцюги заховані усередині структури. Міцели можуть містити сотні і навіть тисячі молекул олеїнату натрію. Вони залишаються рівномірно суспендованими у воді, тому що всі мають однойменний негативний заряд і тому постійно відштовхуються одна від одної. Таке розташування неполярних груп у міцелах обумовлено властивістю молекул води, що оточують міцелу, утворювати водневі зв'язки між собою, а також зв'язуватися з гідрофільними карбоксильними групами. У результаті гідрофобні вуглеводневі ланцюги, що не здатні утворювати водневих зв'язків, ховаються від води усередину міцели.

Багато компонентів живих клітин, наприклад, фосфоліпіди, білки, нуклеїнові кислоти містять гідрофобні і гідрофільні групи і намагаються утворювати у водних розчинах структури, у яких неполярні гідрофобні ділянки їх молекул ізольовані від водної фази. Установлено, що саме міцелярна організація ліпідних молекул складає основу біологічних мембран клітин.

5. Клітина – основа структури живих систем

Клітина є основною структурною і функціональною одиницею всіх живих систем – від найпростіших, одноклітинних, до високоорганізованих багатоклітинних тваринних і рослинних організмів.

У природі не існує клітини, яку можна було б вважати типовою для всіх живих систем. Клітини, з яких побудовані тваринні і рослинні організми, відрізняються одна від одної розміром, формою, походженням, ступенем організації, функціями, хоч усі вони мають спільну будову.

Запитання для самоконтролю

1. Що є предметом та об'єктом вивчення біохімії як науки?

2. З якими науками пов'язана біохімія?
3. Які класи органічних речовин вам відомі?
4. Перелічіть пріоритетні напрямки розвитку біохімії.