Львівський професійний коледж
готельно-туристичного та ресторанного сервісу

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НМР
_____ Марія СКОРОБОГАТА
26 серпня 2025 р.

Методичні матеріали для проведення лекцій з дисципліни «БІОХІМІЯ»

Спеціальність «Харчові технології»
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр
Освітньо-професійна програма «Харчові технології»

Підготувала:
Викладач Мельник Н.М.

Погоджено на засіданні циклової комісії викладачів природничо-математичного циклу
Протокол № 01 від 26 серпня 2025 р.

Голова циклової комісії _____ Ігор МАТВІЇВ

Львів 2025

Лекція 1. Вступ до біохімії. Предмет, завдання та значення біохімії у харчових технологіях

План

1. Вступ до біохімії. Предмет та методи біохімії. Роль і місце біохімії в системі природничих наук.

2. Короткий історичний нарис розвитку біохімії. 3. Обмін речовин та енергії в живих організмах. 4. Хімічний склад живих організмів.

Біохімія базується на всіх природничих науках: хімії, біології, фізиці.

Біохімія – наука про хімічний склад живих організмів та хімічні процеси, що відбуваються в живих організмах, і є основою їх життєдіяльності.

Розрізняють **статичну біохімію**, яка досліджує хімічну природу і властивості речовин, що входять до складу організму, **динамічну біохімію**, яка вивчає перетворення речовин в організмі, **функціональну біохімію**, яка вивчає хімічні процеси, які є основою функціональної діяльності різних органів та систем.

Предметом біохімії є:

1. Вивчення складу живих організмів.

2. Вивчення хімічних реакцій обміну речовин в організмі та законів за якими вони протікають.

3. Вивчення хімічної основи процесу життя, закону переходів хімічних процесів, які відбуваються в живих організмах, фізіологічну функцію.

Методи біохімії: якісний та кількісний аналізи, препаративні методи – методи виділення та очистки різних речовин, які входять до складу організму.

2. Короткий історичний нарис розвитку біохімії

Виділяють 4 періоди розвитку біохімії.
І період: починається з давніх часів до епохи Відродження (XV ст.). Використання технології випікання хлібу, сиру, готувати вино –

емпіричне використання.
ІІ період: починається з епохи відродження до ІІ половини XIX сторіччя. Накопичення знань по хімії і по хімії живих організмів. Сильно набуває

розвиток – ятрохімія – хімія лікування (тільки лікували синтетичними препаратами). Заклав основу існування живої матерії **Ломоносов**. Основи матеріалістичних поглядів.

Німецький вчений **Лібіх** заклав основи кількісного аналізу. **Шеєлє** вивчав хімічний склад рослинних та тваринних організмів. **Берцеліус з Лібіхом –** кількісний аналіз в лабораторії.

1. Вступ до біохімії. Предмет та методи біохімії. Роль і місце біохімії в системі природничих наук

Російський вчений **Бутлеров** (теорія Бутлерова).
Марк Граф відкрив ортофосфорну кислоту в сечі людини.
Зінін – основоположник синтезу сульфаніламідних препаратів (фталазол). **ІІІ період:** починається з XIX ст. виділення біохімії в самостійну науку. Вивчено і реєстровано 100 тис. різних природних та синтезованих

органічних речовин.
Данілевський вивчив будову білків, працює фізіолог **Сєчєнов –**

фізіологія та біохімія дихання, вплив на ці процеси складу продуктів, температури, фізіології.

Павлов – визначав ферменти в процесі травлення. **Салазкін –** встановив основні етапи синтезу сечовини. **Лунін –** відкрив вітаміни.
Івановський – вперше відкрив віруси.

Бах – встановив, що кисень приймає участь в процесах окиснення. **Палладін –** сформулював ферментативну теорію дихання у рослин.
В 1917 р. **Бах** організовує школу біохімії, яка переростає в інститут

біохімії в АН СРСР у імені Палладіна. Таким чином, III період є становленням біохімії.

IV період: починається з 40-50-х років XX ст. і до сьогодні.

Характеризується активним використанням фізико-хімічних і математичних методів в біохімічних дослідженнях, встановлюються основні життєві процеси: молекулярні основи збереження і передачі генетичної інформації;біосинтез білка; розшифровуються деякі білки (**1964 р.** синтезується інсулін); розвивається генна інженерія; визначаються структури і функції біомембран.

1952 р. Уотсон та **Крик** – подвійна спіраль ДНК.
Ніренберг, Корон, Очоа розшифрували генетичний код.
Працювали такі відомі вчені як **Збарський, Енгельгард, Опарін,**

Брауншгейн, Овченіков, Белознрський, Яковлев.

3. Обмін речовин та енергії в живих організмах

– живі організми утворюють і підтримують складні ціле направлені елементи своєї структури, за рахунок вільної енергії навколишнього середовища. Цю енергію повертають в середовище в менш корисній для них формі;

– енергетичні можливості всіх живих організмів задовольняються за рахунок сонячної енергії;

– всі живі організми залежать один від одного, оскільки між ними постійно відбувається обмін енергією та матерією(через зовнішнє середовище).

4. Хімічний склад живих організмів

Теорія Опаріна 1924 р. «Походження життя на Землі»: докладно розкрив шлях першого виникнення сполук органічних з неорганічних та

процеси подальшого перетворення їх на системи, що мають характерні ознаки живого.

Основними елементами необхідними для синтезу органічних сполук є вуглець, кисень, водень, нітроген, фосфор. Саме з них, утворилась велика

кількість сполук, з яких в результаті виникли органічні речовини, що дали початок живим системам (вуглеводи).

«Кожна планета утворилась при відносно низькій температурі, в наслідок конденсації неоднорідних за складом частинок міжпланетної речовини», основна маса органічної речовини утворилась на поверхні Землі з вуглецевих сполук, що виділились у первинну атмосферу під час формування земної кори – літосфери – приймали участь інші елементи та сполуки: нітрити з водою утворили аміак, сірка з металами були джерелом сірководню; кисень в вільному стані був присутній в первинній атмосфері в невеликій кількості, мало було і воду, близько 10%, решта утворилась згодом.

При вивченні метеоритів, вуглець був у вигляді карбідів металів та графіту. Такі сполуки назвали когенітами (1-2 млрд. років у земній корі): «Життя не може виникнути в сучасних умовах, так як воно вже виникло».

В 1953 р. Стенлі Міллер на міжнародному симпозіумі показав як можна утворити амінокислоти з метану, води, водню, аміаку за допомогою електричних розрядів.

Еволюція органічних сполук не була цілеспрямованою, тому в хаосі хімічних реакцій не могли утворитися сполуки з впорядкованою внутрішньо молекулярною структурою та певними властивостями та функціями. Утворення стало можливим лише тоді, коли внаслідок тривалого розвитку сформувались ізольовані вихідні системи, в яких виник певний порядок взаємодії із зовнішнім середовищем.

Найпоширенішою є **коацерватна теорія (теорія нагромадження)** утворення багато молекулярних систем Опаріна.

Удосконалення комплексних динамічних систем за усі роки під впливом природного добору (Опарін) є останнім ступенем виникнення життя.

Література

1. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
2. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
3. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова

Лекція 2. Хімічний склад живих ораганізмів . Біоелементи та вода

ПЛАН:

1. Закономірності поширення елементів у живій природі.

2. Потреба організмів у хімічних елементах.

Вимоги до знань та вмінь студентів

По завершенні вивчення теми студенти повинні знати:

- класифікацію хімічних елементів на макро-, мікро- та ультрамікроелементи;
- характеристику основних класів органічних сполук у складі живої матерії;
- вміст в живих організмах вуглеводів, ліпідів, нуклеїнових кислот, мінеральних речовин

і повинні вміти:

- встановлювати, до якої групи належить певний хімічний елемент в живих організмах;
- пояснювати, якими чинниками визначається добова потреба організму в тих чи інших хімічних елементах;
- характеризувати основні класи органічних сполук у складі живих організмів;
- визначати склад, будову та основні хімічні властивості сполук живого організму;
- записувати хімічні формули і називати найважливіші речовини як приклад органічних сполук того чи іншого класу.

1. Хімічні елементи зустрічаються на Землі далеко не в однакових кількостях. Вивченням їх поширення в земній корі займається геохімія, створена значною мірою завдяки працям російських вчених В.І.Вернадського та О.Є.Ферсмана.

Найпоширенішим елементом земної кори є Оксиген. Друге місце займає Силіцій (27%), за ним ідуть Алюміній, Ферум, Натрій, Калій, Магній та Гідроген. Ці девять хімічних елементів складають понад 98% маси земної кори, так що на долю всіх решти елементів приходиться менше 2% маси. В ці 2% входять такі широко застосовувані в народному господарстві елементи, як Купрум, Цинк, Плюмбум, Нікол, Сульфур, Фосфор тощо.

Для характеристики поширення елементів у земній корі академік Ферсман ввів поняття атомних відсотків, тобто відсоткового вмісту в земній корі атомів хімічних елементів. Атомні відсотки і відсотки за масою для одного й того ж елемента суттєво відрізняються, оскільки в останніх потрібно враховувати атомну масу хімічних елементів. Так, Гідроген за кількістю його атомів у земній корі посідає третє місце (17%), а за масою – лише дев’яте (1%).

Якщо оцінювати поширення хімічних елементів у космосі (мається на увазі в Сонячній системі та її найближчому оточенні), то варто відмітити наступні закономірності: поширеність елементів зменшується із зростанням їх протонного числа, найпоширенішими в космосі є Гідроген та Гелій – за масою на три чверті космічна речовина складається саме з них, відносна поширеність атомних ядер з додатнім протонними числом вища, ніж непарним.

Для даного елемента більш поширені нукліди з додатнім числом нейтронів у ядрі і менш поширені – з непарним числом протонів і нейтронів.

Поширеність елементів залежить від багатьох факторів, але в кінцевому результаті визначається ймовірністю ядерних реакцій їх утворення і відносною стійкістю окремих нуклідів.

Вивчення поширеності хімічних елементів висвітлює походження Сонячної системи, Землі, а також дає можливість зрозуміти фізичні та хімічні процеси в космосі, створити теорію утворення хімічних елементів.

2. В організмі людини і тварин відкрито понад 75 хімічних елементів. Шість із них – Карбон, Гідроген, Нітроген, Оксиген, Фосфор та Сульфур – входять

до складу вуглеводів, ліпідів, білків, нуклеїнових кислот. Тому ці елементи називають органогенними.

Серед неорганічних елементів близько 20 є життєво необхідними (есенціальними) для людини, оскільки їх дефіцит внаслідок незбалансованого харчування чи надмірних витрат викликає захворювання організму. Неорганічні елементи ділять на групи: мікроелементи, мікроелементи і ультрамікроелементи. Щоденна потреба організму в мікроелементах перевищує 100 мг/добу, для мікроелементів складає декілька міліграмів або мікрограмів, ультрамікроелементів потрібно ще менше. До мікроелементів належать: Натрій, Калій, Кальцій, Магній та Хлор. Основна маса їх в організмі перебуває у вигляді йонів чи мінеральних солей в складі тканин організму. Частина Фосфору теж перебуває у вигляді мінеральних солей. Вміст мікроелементів в організмі перевищує 0,01% від маси тіла.

Хімічні елементи, вміст яких в організмі менший 0,01%, названі мікроелементами.

Як було зазначено, щоденна потреба організму в мікроелементах складає декілька міліграм.

Розглядаючи потребу рослин в хімічних елементах, варто відмітити, що для нормального життєвого циклу рослин потрібні 19 елементів, функції яких у рослині не можуть бути замінені іншими. До цієї групи належать 19 елементів: Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Фосфор, Сульфур, Калій, Кальцій, Магній, Ферум, Манган, Купрум, Цинк, Молібден, Бор, Хлор, Натрій, Силіцій, Кобальт. Щодо трьох останніх елементів, то їх необхідність для вищих рослин не доведена.

Вміст того чи іншого елемента в тканинах рослин непостійне і може муттєво змінюватися під впливом факторів зовнішнього середовища. Наприклад, Алюміній, Нікол, Флор та інші можуть накопичуватися в рослинах до токсичного рівня. Серед вищих рослин зустрічаються види, які різко відрізняються за вмістом у тканинах таких елементів, як Натрій, Кальцій, в зв’язку з чим виділяють групи рослин натрієфілів, кальцієфілів (наприклад, більшість бобових). Ці відмінності обумовлені характером ґрунтів у місцях походження і росту видів, а ще генетично визначеною і закріпленою роллю, яку вказані хімічні елементи відіграють в обміні речовин рослин.

Таким чином, можна сказати, що потреба будь-яких організмів у тих чи інших хімічних елементах визначається генетично визначеною і закріпленою

роллю, яку вказані елементи відіграють в обміні речовин і взагалі в процесах життєдіяльності цих організмів.

Добова потреба звичайної дорослої людини у мінеральних речовинах покривається повноцінним раціональним харчуванням із використанням різноманітної їжі рослинного і тваринного походження. Але під час напружених тренувань, захворювань, використанні різних методів фізичної реабілітації потреба в них збільшується. Існують методи лікування окремих захворювань мінералами (мінералотерапія).

Біологічне значення окремих мінеральних речовин в організмі досить різноманітне.

Література

4. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
5. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
6. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
7. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 3. Білки: будова, властивості та функції

План

1. Класифікація білків.
2. Характеристика деяких простих та складних білків.
3. Фізичні та хімічні властивості білків.
4. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структури білка.

1. Класифікація білків

Класифікують на прості та складні білки.
Прості білки – протеїни, складні білки – протеїди.
До складу простих білків входять тільки α-амінокислоти, а до складу

складних, крім α-амінокислот входять речовини небілкової природи (вуглеводи, ліпіди, метали, ортофосфорна кислота, гетероциклічні сполуки) – простетична група.

Розрізняють фібрилярні та глобулярні білки.

Фібрилярні білки: розташовані паралельно один одному, витягнуті поліпептидні ланцюги, які утворюють довгі ланцюги або шари.

Глобулярні білки: поліпептидні ланцюги згорнуті в компактні структури сферичної форми (глобули).

2. Характеристика деяких простих та складних білків

Прості білки
Альбуміни − розповсюджені у тваринному та рослинному світі.

Входять до цитоплазми та різних рідин організму (сироватка крові, лімфа), продуктів харчування (молоко, бобові, яйця, зерна пшениці).

В залежності від локалізації утворюється назва, наприклад яєчний альбумін.

Молекулярна маса складає 35-70 тисяч, молекули мають еліпсовидну форму. За хімічним складом мають високий вміст лейцину 15% та значну кількість сірковмісних амінокислот, лізин, аспарагінової та глютамінової кислот, незначний вміст гліцину.

Основні функції:
1) регуляція осмотичних процесів;
2) транспорт різних речовин, які погано розчинні у воді;
3) регуляція вмісту в плазмі катіонів Ca^{2+}, стероїдних гормонів, деяких

лікарських засобів (пеніцилін, аспірин), утворюють з цими речовинами комплекси.

Глобуліни – входять до складу зерна злаків, насіння соняшника, льону, бобових (фазеолін квасолі, легумін гороху, фібриноген крові).

На відміну від альбумінів не розчиняються в розчинах концентрованих нейтральних солей, виділяються 10%-им розчином солей.

Молекулярна маса складає 0,9-1,5 млн.
Менш гідрофільні, ніж альбуміни.
При електрофорезі білки сироватки крові залежно від рухливості

поділяють на ряд фракцій: альбуміни 54-58%, глобуліни неоднорідні, тому теж поділяються на α_1 – глобуліни 6-7%,α_2 – глобуліни 8-9%, β_1 – глобуліни 13-14%, γ – глобуліни 11-12%.

Всі вони виконують певну роль в процесі метаболізму.

Протаміни – відзначаються високим вмістом диаміномонокарбонових амінокислот. Їх розчини мають лужну реакцію.

Ці білки добре розчиняються у воді і не осаджуються при кип’ятінні. Значна кількість їх входить до складу паренхіматозних органів та залоз внутрішньої секреції.

Гістони – місце локалізації: паренхіматозні тканини (печінка, нирки, зобна залоза, селезінка). Велика кількість диаміномонокарбонових амінокислот, але менша ніж в протамінах.

Входять до хромосом ядер клітини, утворюють комплексну сполуку з ДНК – нуклеогістони.

Важлива роль полягає у стабілізації структури ДНК, процесах синтезу білка.

Проламіни – входять до складу насіння злакових культур (орозеїн рису). Крім проліну у своєму складі мають глютамінову кислоту.

Не містять лізину, погано розчинні у воді, добре розчинні в розбавлених розчинах лугів.

Складні білки
Нуклеопротеїди – їх простетичною групою є нуклеїнові кислоти.

Залежно від природи нуклеїнових кислот поділяються на ДНК та РНК. Вони відіграють важливу роль в процесах росту, розвитку, розмноження, передачі спадкових ознак, біосинтезі білка.

Хромопротеїди – побудовані з простого білка та забарвленої простетичної групи.

Простетичною групою є похідні ізоалоксазину (фламінові ферменти), каротину (родопсин), порфірин (хлорофіл, гемоглобін, міоглобін), гемінові ферменти (каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза).

Важливу роль відіграє гемоглобін.

Його молекула складається з білка глобіну та забарвленої небілкової частини гему − містить зв’язаний Fe^{2+}. Це залізо сполучається з протопорфіриновою групою. Молекулярна маса складає 68 тис.

При зв’язуванні кисню одержуємо, що на 4 молекули кисню припадає 1 молекула глобіну.

Гемоглобін також може зв’язуватися з вуглекислим газом, утворюючи карбоксигемоглобін (HbCO), при чому спорідненість гемоглобіну до

вуглекислого газу значна вища ніж до кисню. Стійкий комплекс також утворюється з NO (Hb NO).

Міоглобін – подібний до гемоглобіну білок, до складу якого входить одна молекула гема.

Металопротеїди – в простетичну групу їх входять залізо, мідь, кобальт, цинк та інші елементи.

Відрізняються від хромопротеїдів тим, що метал сполучається безпосередньо з білком, а в хромопротеїдах він сполучається через порфіринове ядро, яке входить до складу простетичної групи останніх.

Металопротеїди входять до складу ферментів, які каналізують біохімічні процеси в організмі, наприклад ферритин – залізовмісний білок, знаходиться в селезінці, печінці, представляє собою резервну форму заліза.

Фосфопротеїди – містять залишок ортофосфорної кислоти, що надає їм кислотний характер.

Виконують важливі функції: входять до складу тканин, беруть участь в обмінних процесах, входять до складу тканин, які є поживним середовищем для ембріонів і молодих організмів.

Ліпопротеїди – білки, в яких простетичною групою є ліпіди та їх похідні. Найпоширенішими є нейтральні жири (триацилгліцериди).

Розташовані в цитоплазмі, в тканинах та клітинних структурах. Є основою біологічних мембран і різних органел клітини.

Комплекси білків з ліпідами містяться у різних рідинах (кров, лімфа, нервова тканина). Ці комплекси сприяють розчинності та стабілізації ліпідів та забезпечують їх транспорт до різних органів та тканин організму.

Глікопротеїди – складні білки, до складу яких входять вуглеводневий компонент. Білок в даних сполуках є своєрідною основою до якої приєднується вуглеводневий залишок. Поділяються на істині гклікопротеїди та протеоглікани (глікоамінопротеоглікани).

Істині глікопротеїди. Молекулярна маса велика, іноді досягає 1 млн. та більше. Вуглеводневі ланцюги, розгалужені або лінійні, завжди ковалентно

з’єднані з пептидною частиною молекули. Приймають участь такі вуглеводневі компоненти: D-галактоза, D-маноза, D-глюкоза та інші, та наступні амінокислоти: аспарагін, серін, треонін.

Протеоглікани. Молекулярна маса декілька млн. Розчини мають велику в’язкість. Протеоглікани з’єднуються з невеликою білковою частиною, до якої ковалентно приєднується значна кількість гетеро полісахаридних ланцюгів, які мають в своєму складі залишки аміносахаридів та уронової кислоти.

3. Фізичні та хімічні властивості білків

Білки – різні за своїм агрегатним станом речовини: деякі тверді, аморфні речовини, у вигляді білих порошків, деякі одержані в кристалічному стані (гемоглобін), білки шовку – пружні волокна.

Багато білків мають консистенцію студнів або в’язких рідин.

Не розчинні в органічних розчинниках, багато розчиняються в воді та розбавлених розчинах солей, майже всі утворюють колоїдні розчини.

Білки кислого характеру (альбуміни) мають негативний заряд, а основні білки – позитивний заряд. Наявність заряду на макромолекулі стабілізує його в розчині (частинки не злипаються та не випадають в осад).

У водному розчині більшість білків заряджені та гідратовані.

При додаванні до водного розчину білків концентрованих солей лужних та лужноземельних металів (натрій, магній сульфати, натрій хлорид) та нейтральних солей амонію (амоній сульфат) знижується електричний заряд білкової молекули (за рахунок адсорбування частинок солей на міцелі, воно стає важким та випадає в осад). Цей процес називається висалювання, є зворотнім процесом.

Білки під впливом фізичних факторів (температура, УФ, іонізуюча радіація), хімічних факторів (мінеральні та органічні кислоти, луги, органічні розчинники, важкі метали, алкалоїди), біологічних факторів (протеолітичні ферменти) підлягають глибоким змінам, які пов’язані порушенням четвертинної, третинної, вторинної структури білка. Дія цих факторів визиває незворотне осадження – денатурація, є незворотнім процесом.

Водні розчини одноосновних моноаміномонокарбонових амінокислот мають нейтральну реакцію (однакова кількість позитивно та негативно заряджених груп).

Таке значення pH, при якому кількість цих позитивних та негативних зарядів буде дорівнювати нулю називається ізоелектричною крапкою білка.

4. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структури білка

Первинна структура білка − порядок амінокислот в поліпептидному ланцюгу (або ланцюгах) та місце розташування дисульфідних зв'язків.

Поліпептидний ланцюг має на одному кінці вільну аміногрупу (N-кінець), а іншому вільну карбоксильну групу (С-кінець).

За початок приймається її N-кінець, саме звідси починається відлік амінокислот. Це збігається з напрямком синтезу поліпептидних ланцюгів на рибосомі, яке в свою чергу відповідає напрямку 5' → 3' мРНК.

Вторинна структура білка − упорядковане просторове розміщення окремих ділянок поліпептидного ланцюга не враховуючи конформації та тип бокових ланцюгів.

Вона утворюється за рахунок замикання водневих зв'язків між пептидними групами. C=O ··· H – N -.

Вторинна структура представлена в основному такими регулярними структурами як α-спіраль, β-складчаста структура, нерегулярна структура.

Третинна структура білка − просторове розміщення впорядкованих та аморфних ділянок в поліпептидному ланцюгу в цілому, яке досягається за рахунок взаємодії бокових радикалів та залежить від їх типу та конформації.

Третинна структура описує просторову укладку усієї молекули білку, якщо вона утворена одним поліпептидним ланцюгом.

В підтримці третинної структури приймають участь такі типи зв'язків: ковалентні, іонні, або сольові, водневі та гідрофобні взаємодії, останні виникають між полярними боковими ланцюгами (вказані в порядку зменшення енергії зв'язку).

Четвертинна структура білка − молекула білка, яка складається з двох чи більше поліпептидних ланцюгів, зв’язаних нековалентним зв’язком.

Характерна для білків відносна молекулярна маса яких більша 50.000-100.000. Такі білки називають олігомерними.

Четвертинна структура білка − спосіб взаємного розташування в просторі окремих поліпептидних ланцюгів в молекулі, характер зв’язків між ними.

Кожний окремий ланцюг в складі молекули білка з четвертинною структурою називається протомером або субодиницею – глобулою.

Білки, в над молекулах яких об’єднуються декілька сотен цих субодиниць називають мультимерними.

Література

8. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
9. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
10. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
11. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 4. Вітаміни. Будова і класифікація. Мікроелементи. Біологічна роль вітамінів

Вітаміни - важливий харчовий фактор, вони необхідні людині не з-за своєї енергетичної цінності, а з-за здатності регулювати перебіг хімічних реакцій в організмі. Вони допомагають вивільнити енергію, що міститься в продуктах харчування, споживаних нами. Без вітамінів ми могли б померти від голоду. При відсутності або нестачі необхідних вітамінів можливості нашого тіла виділяти з їжі і використовувати поживні речовини слабшають. Багато людей свідомо руйнують вітаміни, отримані ними їжі. Цукор і алкоголь можуть нейтралізувати вітаміни B1, B6 і фолієву кислоту. Куріння перешкоджає поглинання організмом вітаміну С. Надлишок протеїну або рідини в їжі може викликати вимивання з організму великої кількості інших вітамінів, а антибіотики, проносне, аспірин, багато інших ліків, а також стреси руйнують їх ще сильніше.

Безконтрольне застосування вітамінів у великих дозах може привести до інтоксикації організму з розвитком гіпервітамінозу, крім того, викликати алергічну реакцію, аж до розвитку анафілактичного шоку. Застосування полівітамінних препаратів, особливо у дітей, необхідно узгодити з лікарем. Вітаміни позначаються літерами латинського алфавіту (A, B, C, D та ін.); крім того, вони мають і спеціальні назви. Сьогодні відомо 13 вітамінів. Це B1, B2, B6, B12, PP, C, A, D, E, K, фолієва кислота, пантотенова кислота, біотин. До них треба додати кілька сполук, які отримали назву вітаміноподібна: ліпоєва кислота, холін, інозит, біофлавоноїди (вітамін Р) та ряд інших. Вітаміни можна розділити на три групи. В основну включають вітаміни: B1, B2, B6, B12, фолієву кислоту, пантотенову кислоту, PP, біотин. Ці вітаміни в якості коферментів беруть участь у вуглеводному, енергетичному обміні. Другу групу формують вітаміни-биоантиоксиданты, які нейтралізують активні форми кисню. Це вітамін С (аскорбінова кислота), який діє у водних фазах організму: в сироватці, в слізної рідини, рідини, що вистилає легкі. Вітамін Е або токоферол, що знаходиться в оболонці клітин, яка теж дуже сильно схильна до ушкоджуючої дії кисню. У цю ж групу входять каротиноїди, зокрема бета-каротин. Третя група - це прогормоны,

тобто вітаміни, з яких утворюються деякі гормони. У їх числі вітаміни D, A та інші. За своєю хімічною природою всі вітаміни поділяють на дві великі групи - жиророзчинні і водорозчинні. Водорозчинні вітаміни - це вітамін С і вітаміни групи В. Водорозчинні вітаміни не накопичуються в організмі і виводяться з нього протягом декількох днів, тому їх слід приймати щодня. Жиророзчинні вітаміни А, D, Е і К накопичуються в печінці і жировій тканині і тому зберігаються в організмі протягом більш тривалого часу. Багатий джерела водорозчинних вітамінів - це фрукти, ягоди, овочі та зелень, а також пивні дріжджі (група вітамінів В) і проростки злакових (наприклад, вівса). Жиророзчинні вітаміни у великих кількостях містяться в риб'ячому жирі, маслі, вершках, в деяких овочах, а також в ікрі осетрових (вітамін Е). Вітаміни можуть бути натуральними (які містяться в їжі) і синтетичними. Лікарі радять віддавати перевагу натуральним, так як, поряд з вітамінами, продукти харчування містять ще і ферменти, волокна і інші елементи, що полегшують їх засвоєння. Синтетичні вітаміни виробляються з окремих хімічних речовин у спеціальних лабораторіях. Синтетичні вітаміни відповідають за своїм хімічним складом натуральним вітамінам, хоча і містять, на відміну від останніх тільки ізольовані витаминые формули без інших необхідних і поживних речовин. Не треба боятися синтетичних вітамінів. Хімічний джерело може з успіхом заповнити дефіцит в організмі окремого вітаміну чи іншої поживної речовини, хоча при цьому в деяких випадках і не виходить оптимального впливу, яке було б можливо при використанні природного джерела вітамінів. Зокрема, у періоди одужання або посиленого фізичного навантаження натуральних вітамінів буває недостатньо, і необхідно приймати синтетичні вітамінні добавки. У будь-якому випадку намагайтеся споживати більше природних вітамінів, пов'язаних в їжі з вуглеводами, білками, амінокислотами і біофлавоноїдами. Врахуйте, що вміст вітамінів в раціоні харчування неминуче знижується в зимові та весняні місяці, коли повноцінні джерела вітамінів (типу свіжих фруктів і овочів) не завжди доступні. Термічна обробка майже повністю руйнує вітамін С, наполовину - вітамін Е і вітаміни групи В. Заморожування продуктів також знижує концентрацію вітамінів в їжі. Зберігання на світлі згубно для вітаміну Е та А (вони окислюються), контакт з киснем не прийнятний для вітаміну В6. Ніяка дієта, при всій її важливості не може заповнити вітамінні потреби під час критичних періодів у році, коли потреба у вітамінах стає особливо відчутною. Так, потреба в вітаміні А різко зростає влітку, при відвідуванні південних курортів, якщо ви засмагаєте на сонці. І навпаки, потреба у вітаміні С, вітамінів групи В, D, Е, фолієвій кислоті різко зростає у зимовий і, особливо, у весняний час, в період підвищеної захворюваності на простудні захворювання. Незалежно від пори

року будь-які фізичні перевантаження практично завжди вимагають підвищеного вмісту вітамінів у раціоні харчування. При недостатньому надходженні вітамінів в організм розвивається гіповітаміноз, у важких випадках - авітаміноз з характерними для кожного вітаміну симптомами. Висока психоемоційне навантаження, погіршення екологічної обстановки, підвищений радіаційний фон, порушення культури харчування, безконтрольне застосування ліків, переважання штучного вигодовування дітей - ось далеко не весь перелік факторів, що сприяють масовому розвитку вітамінної недостатності. Гіповітаміноз - це проблема сучасного харчування. Доведено, що людина протягом доби повинен вживати близько 600 харчових речовин, тому таке їх кількість потребує розробки рецептур різноманітних страв і наборів продуктів харчування. Але ще ніхто з учених не розробив раціон, який задовольнив би запити людини на всі випадки життя, тому що не існує певних норм тих чи інших харчових речовин, необхідних у кожному конкретному випадку. Багато чого з того, що було сказано про вітаміни, справедливо і для мінералів. Це окремі низькомолекулярні речовини, солі та іони солей, які навіть у мікродозах підтримують у нормі багато функцій організму. Мінерали беруть активну участь у різних функціях обміну речовин і в електрохімічних процесах нервової системи і м'язової тканини, а також при формуванні таких структур, як скелет і зуби. Деякі мінерали відіграють також роль каталізатора в багатьох біохімічних реакціях організму. Так, іони кальцію забезпечують міцність кісток, співвідношення іонів калію і натрію визначають тонус м'язів, від вмісту заліза в організмі залежить нормальний рівень гемоглобіну і т. Мінерали можуть бути підрозділені на дві групи:. ті, які необхідні організму у відносно великих кількостях - це макроелементи (натрій, калій, кальцій, фосфор, магній);.

ті, які знаходяться в зникаючих малих кількостях - це мікроелементи (залізо, йод, цинк, мідь, фтор, хром, селен, кобальт, молібден, марганець). Всього налічують більше 30 мінералів і мікроелементів, без яких неможливе нормальнее функціонування організму. Основні джерела мінералів: кухонна сіль, хліб, овочі, фрукти, молочні продукти, крупи, макаронні вироби, м'ясо, риба, морські продукти і т. Як і у випадку з вітамінами, часто виникають ситуації, коли харчових продуктів недостатньо для підтримки балансу мінералів. Тому якісні полівітамінні препарати, як правило, містять і необхідні добавки мінералів і мікроелементів. Потреба в мікроелементах також має чітку сезонну залежність. Так, забезпеченість селеном вище в зимовий час і падає влітку, і, навпаки, магнієвий голод організм відчуває більшою мірою взимку. Це пояснюється тим, що багато магнію в зелені (магній - центр молекули хлорофілу - зеленого пігменту рослин), а селен

концентрується в часнику, у свинячому салі, у вершковому маслі, горіхах, тобто в так званих "зимових" продуктах.

При нестачі якогось мікроелемента в організмі розвивається дисмикроэлементоз - дисбаланс мікроелементів. Дисмикроэлементоз, як і гіповітаміноз, хвороба цивілізації: ми мало рухаємося, в нашому харчуванні дуже багато рафінованих, термічно обробленого, заморожених, висококалорійних продуктів. У порівнянні з нашими предками, ми стали набагато менше свіжої натуральної їжі. Більш того, навіть натуральна їжа сьогодні програє стародавньої за багатством вітамінно-мінерального складу і з екологічної чистоти.

Література

12. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
13. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
14. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
15. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 5. Ферменти та їх роль у метаболізмі й харчових технологіях

План

1. Поняття про метаболізм.
2. Ферменти бактерій.
3. Енергетичний метаболізм.

1. Поняття про метаболізм прокаріот

Метаболізм – це сукупність процесів, що протікають у клітині, які забезпечують її життєдіяльність. Клітинний метаболізм складається із двох протилежно спрямованих процесів: енергетичного метаболізму (катаболізму) і конструктивного метаболізму (анаболізму).

Енергетичний метаболізм (катаболізм) – це сукупність реакцій окиснення різних відновлених органічних і неорганічних сполук, що супроводжуються виділенням енергії, яка акумулюється клітиною у вигляді фосфатних зв'язків.

Конструктивний метаболізм (анаболізм) – це сукупність реакцій біосинтезу, у результаті яких за рахунок речовин, що надходять ззовні, і проміжних продуктів, що утворюються при катаболізмі (амфіболітів), синтезуються речовини клітини. Цей процес пов'язаний зі споживанням вільної енергії, що запасається в молекулах АТФ або інших багатих енергією з'єднаннях.

Метаболізм прокаріот, як енергетичний, так і конструктивний, відрізняється надзвичайною різноманітністю. Це є результатом того, що бактерії можуть використовувати в якості джерел енергії й вуглецю досить широкий набір органічних і неорганічних сполук. Така здатність обумовлена відмінностями в наборі ферментів.

2. Ферменти бактерій

Мікроорганізми синтезують різні ферменти – специфічні білкові каталізатори. У бактерій виявлені ферменти 6 основних класів.

1. Оксидоредуктази – каталізують окисно-відновні реакції.
2. Трансферази – здійснюють реакції переносу груп атомів.
3. Гідролази – здійснюють гідролітичне розщеплення різних сполук.
4. Ліази – каталізують реакції відщеплення від субстрату хімічної групи

негідролітичним шляхом з утворенням подвійного зв'язку або приєднання хімічної групи до подвійних зв'язків.

5. Лігази або синтетази – забезпечують з'єднання двох молекул, сполучене з розщепленням пірофосфатних зв'язків у молекулі АТФ або аналогічного трифосфату.

Екзоферменти – виділяються в зовнішнє середовище, здійснюють процеси розщеплення високомолекулярних органічних сполук. Здатність до утворення екзоферментів багато в чому визначає інвазивність бактерій – здатність проникати через слизисті, сполучнотканинні й інші тканинні бар'єри. До цієї ж групи належать ензими, що розкладають антибіотики.

Ендоферменти – внутрішньоклітинні ферменти.

У бактеріології для диференціації мікроорганізмів за біохімічними властивостями найчастіше основне значення мають кінцеві продукти й результати дії ферментів. Відповідно до цього існує мікробіологічна (робоча) класифікація ферментів.

1. Сахаролітичні.
2. Протеолітичні.
3. Аутолітичні.
4. Окисно-відновні.
5. Ферменти патогенності (вірулентності).

Ферментний склад клітини визначається геномом і є досить постійною ознакою.

Знання біохімічних властивостей мікроорганізмів дозволяє ідентифікувати їх за набором ферментів. Основні продукти ферментації вуглеводів і білків –

кислоти, газ, індол, сірководень, хоча реальний спектр для різних мікроорганізмів набагато більший.

Основні ферменти вірулентності – гіалуронідаза, плазмокоагулаза, лецитіназа, нейрамінідаза, ДНК-аза. Визначення ферментів патогенності має значення при ідентифікації ряду мікроорганізмів і виявлення їх ролі в патології.

Ряд ферментів мікроорганізмів широко використовується в медицині й біології для одержання різних речовин (аутолітичні, протеолітичні), у генній інженерії (рестриктази, лігази).

3. Енергетичний метаболізм

Як уже було відзначено, усі мікроорганізми стосовно енергетичних джерел підрозділяються на дві групи: фототрофи й хемотрофи. Хемотрофні мікроорганізми використовують для синтезу молекул АТФ енергію, що звільняється при хімічних реакціях, фототрофні – сонячну енергію в процесі фотосинтезу.

Утворення молекул АТФ із АДФ може відбуватися двома способами:

– фосфорилювання в дихальному або фотосинтетичному електронно-транспортному ланцюгу (пов'язане з мембранами або їх похідними – мембранне фосфорилювання);

– фосфорилювання на рівні субстрату (фосфатна група переноситься на АДФ від речовини-субстрату, більш багатого енергією, ніж АТФ – субстратне фосфорилювання).

У хрмотрофних бактерій генерація енергії в молекулах АТФ зводиться до двох типів біохімічних реакцій: окиснення й відновлення. Усі окисно-відновні реакції енергетичного метаболізму хемотрофних бактерій можна розділити на три типи: аеробне дихання або аеробне окиснення, анаеробне дихання і бродіння.

Аеробне дихання – процес, при якому донором водню або електронів є органічні (рідше неорганічні) речовини, а кінцевим акцептором –

молекулярний кисень. Основна кількість енергії при аеробному диханні утворюється в результаті мембранного фосфорилювання.

Анаеробне дихання – ланцюг анаеробних окисно-відновних реакцій, які зводяться до окиснення органічного або неорганічного субстрату з використанням у якості

кінцевого акцептора електронів не молекулярний кисень, а інших неорганічних речовин (нітрату – NO_3^-, нітриту – NO_2^-, сульфату – SO_4^{2-}, сульфіту – SO_3^{2-}, CO_2), а також органічних речовин (фумарату й ін.). Молекули АТФ утворюються в основному в результаті мембранного фосфорилювання, але в меншій кількості, ніж при аеробному диханні.

O_2 Аеробне дихання: донор водню H_2O

Анаеробне дихання:
– нітратне окиснення NO_3

(факультативні анаероби) донор водню N_2 – сульфатне окиснення SO_4
(облігатні анаероби) донор водню H_2S

Бродіння – сукупність анаеробних окисно-відновних реакцій, при яких органічні сполуки слугують як донорами, так і акцепторами електронів. Як правило, донори й акцептори утворюються з того самого субстрату, що піддається бродінню (наприклад, з вуглеводу). АТФ при бродінні синтезується в результаті реакцій субстратного фосфорилювання.

Найбільш вигідним типом окисно-відновних реакцій у бактерій є аеробне дихання, тому що тут відбувається найбільших вихід молекул АТФ. Найменш вигідним типом таких реакцій є бродіння, що супроводжується мінімальним енергетичним виходом.

Шляхи катаболізму глюкози до ПВК

Оскільки більшість мікроорганізмів використовують у якості джерела енергії вуглеводи, і в першу чергу глюкозу, розглянемо основні шляхи її розщеплення або катаболізму. У бактерій можливі три шляхи катаболізму глюкози до піровиноградної кислоти:

У процесі аеробного дихання утворюються токсичні продукти окиснення (H_2O_2 – перекис водню, ($O^{\bullet}$) – вільні кисневі радикали), від яких захищають специфічні ферменти, насамперед каталаза, пероксидаза, пероксиддисмутаза. В анаеробів ці ферменти відсутні, також як і система регуляції окисно-відновного потенціалу.

1) гліколіз або фруктозодифосфатний шлях – Ембдена–Мейергофа–Парнаса (за ім'ям дослідників, що зробили значний внесок у вивчення цього процесу).

2) окисний пентозофосфатний шлях або гексозомонофосфатний шлях – Варбурга– Диккенса–Хоррекера. Характерний для деяких представників родини Enterobacteriaceae, а також для гетероферментативних молочнокислих бактерій і деяких маслянокислих бактерій.

3) 6-фосфоглюконатний шлях (КДФГ-шлях) або шлях Ентнера–Дудорова. Цей шдях є найкоротшим механізмом розщеплення вуглеводів до піровиноградної кислоти. Зустрічається рідше, ніж інші. Характерний в основному для деяких псевдомонад і оцтовокислих бактерій.

Література

16. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
17. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
18. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
19. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 6. Вуглеводи: класифікація, властивості та роль у живих системах. Ліпіди: склад, властивості та біологічне значення.

Вуглеводи (**цукри, сахариди**) — органічні сполуки, до складу яких входять Карбон, Гідроген і Оксиген. Їхня загальна формула — Cn(H2O)m.

Структура вуглеводів не закодована безпосередньо генетично, а утворюється внаслідок серії ферментативних реакцій фотосинтезу з низькомолекулярних сполук або глюконеогенезу із піровиноградної кислоти, яка є проміжною сполукою метаболізму клітин.

Вуглеводи за хімічним складом можуть бути простими і складними.

Прості вуглеводи утворені відповідно до загальної формули Cn(H2O)m.

Складні вуглеводи утворюються внаслідок взаємодії молекул простих вуглеводів між собою.

Вуглеводи здатні до кисневого та безкисневого розщеплення, що зумовлює їх провідну **енергетичну функцію** в метаболізмі живого (глюкоза, фруктоза). Понад 2/3 енергетичних потреб організму забезпечується завдяки використанню вуглеводів.

Структурну функцію виконують нерозчинні та стійкі вуглеводи клітинних оболонок грибів (хітин), рослин (целюлоза), бактерій (муреїн), прості вуглеводи є будівельним матеріалом для утворення нуклеотидів (рибоза та дезоксирибоза), оліго- чи полісахаридів (глюкоза, галактоза).

Резервна функція вуглеводів полягає в запасанні крохмалю в зелених рослин та водоростей. Основною формою запасання глюкози в клітинах тварин, більшості грибів, багатьох бактерій та архей є глікоген, що має компактну розгалужену структуру.

Зв'язування та видалення з організму людини радіонуклідів за участі пектинів ілюструє **захисну функцію** вуглеводів.

Властивості та біологічна роль вуглеводів:

- **моносахариди**: **глюкоза** — основне джерело енергії для клітинного дихання; **фруктоза** — складова частина нектару квітів і фруктових соків; **рибоза** і **дезоксирибоза** — структурні елементи нуклеотидів, які є мономерами нуклеїнових кислот (РНК і ДНК).

- **Дисахариди** утворюються шляхом сполучення двох молекул моносахаридів і за своїми властивостями близькі до моносахаридів (добре розчинні у воді і є солодкими на смак): **сахароза** (тростинний цукор) — основний продукт фотосинтезу, що транспортується у рослинах; **лактоза** (молочний цукор) — входить до складу молока ссавців, **мальтоза** (солодовий цукор) — — джерело енергії у насінні, що проростає.

- **Полісахариди** складаються з великого числа ланок моносахаридів. Зі збільшенням кількості мономерів розчинність полісахаридів зменшується і солодкий смак зникає: **крохмаль** основним резервним вуглеводом більшості рослин; **целюлоза** — є важливим структурним компонентом клітинних стінок грибів і рослин; **хітин** — входить до складу клітинних стінок деяких грибів і формує зовнішній скелет членистоногих тварин; **глікоген** — основна запасна речовина більшості тварин і грибів.

Вуглеводи в обміні речовин спеціалізуються на виконанні енергетичної, структурної, резервної та захисної функцій.

Ліпіди — різноманітні за хімічним складом біоорганічні сполуки живого, спільною ознакою яких є їхня неполярність, через що вони розчиняються лише в неполярних розчинниках. До їх складу входять
атоми **Карбону**, **Гідрогену** і **Оксигену**.

Більшість ліпідів (жири, воски) характеризуються **гідрофобністю** — нерозчинністю у воді та **розчинністю у неполярних розчинниках** (бензені, ацетоні, естерах, хлороформі тощо). Такі властивості зумовлені відсутністю полярних груп у їхніх молекулах.

Інші групи ліпідів (фосфоліпіди, гліколіпіди) виявляють **подвійні амфіфільні властивості**, оскільки містять полярні (гідрофільні головки ортофосфатної кислоти чи спирту) і неполярні (ланцюжок жирної кислоти) групи.

За структурними особливостями ліпіди класифікують на прості та складні.

Прості ліпіди є похідними жирних кислот і спиртів. Найвідоміші з них — воски (бджолиний віск, спермацет, ланолін, суберин, кутин) та жири (рослинні — соняшникова, оливкова, трояндова олії, масло какао; тваринні — китовий жир, свинячий жир, риб'ячий жир).

Основними функціями восків є **захисна**, а жирів — **енергетична**, **резервна**, **водоутворювальна**.

Біологічне значення простих ліпідів зумовлене тим, що серед них є такі необхідні для життя речовини, як ненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, фосфоліпіди, стерини.

Складні ліпіди окрім ліпідної частини містять ще й інші речовини. У ліпопротеїнів такими сполуками є білки, у фосфоліпідів — залишок ортофосфатної кислоти, у гліколіпідів — вуглеводи. Ці сполуки виконують здебільшого **структурну функцію**. До ліпідів відносять й жироподібні сполуки (ліпоїди), що є їхніми попередниками або похідними. Більшість із них здійснюють в організмі регуляторну функцію. Прикладом подібних речовин є стероїди (холестерин, жовчні кислоти, статеві гормони та гормони надниркових залоз — кортикостероїди). До жироподібних сполук належать жиророзчинні вітаміни A, D, E і K.

Функції ліпідів:

- **запасаюча** — жири є основною формою запасання ліпідів у клітині.
- **Енергетична** — значна частина енергії, яка споживається клітинами хребетних тварин у стані спокою, утворюється у результаті окиснення жирів (при окисненні вони дають більше, ніж у два рази більше енергії у порівнянні з вуглеводами).
- Жири використовуються і як **джерело води** (при окисненні 1 г жиру утворюється більше 1 г води).

- **Захисна** — підшкірний жировий шар захищає організм від механічних пошкоджень.
- **Структурна** — фосфоліпіди входять до складу клітинних мембран.
- **Теплоізоляційна** — підшкірний жир допомагає зберегти тепло.
- **Гормональна (регуляторна)** — гормон наднирників (кортизон) і статеві гормони (прогестерон і тестостерон) є стероїдами.
- **Змащуюча** — воски покривають шкіру, шерсть, пір'я і оберігають їх від води. Восковим нальотом покриті листя багатьох рослин, віск використовується при будівництві бджолиних сот.

Ліпіди в біосистемах здійснюють запасаючу, енергетичну, захисну, структурну, теплоізоляційну, регуляторну, водоутворювальну, резервну функції.

Ієрархія молекулярного рівня організації життя — порядок підпорядкованості простих хімічних структурних елементів і молекул складнішим.

Стаючи частиною складнішого цілого, прості структури втрачають свою індивідуальність, проте нове ціле набуває нових властивостей.

Для молекулярного рівня організації життя характерна певна ієрархія біомолекул, що входять до його складу. Усі біоорганічні речовини походять від дуже простих низькомолекулярних попередників, що надходять у біосистеми із навколишнього середовища: вуглекислий газ, вода, азот. У живому, взаємодіючи між собою, вони утворюють проміжні сполуки (*наприклад*, ацетати, кетокислоти), які й утворюють прості органічні речовини, або малі біомолекули. Це передусім чотири класи молекул — жирні кислоти, моносахариди, амінокислоти та нуклеотиди. Їх називають **будівельними блоками**, оскільки з них утворюються молекули наступного ієрархічного підрівня. Розміри, форма і хімічні властивості біомолекул дають їм змогу не тільки слугувати будівельними блоками при створенні складної структури клітин, а й брати участь у безперервних процесах перетворення речовини і енергії. Прості біомолекули сполучаються між собою різноманітними ковалентними зв'язками, утворюючи макромолекули (білки, полісахариди і нуклеїнові кислоти) та молекулярні комплекси (ліпіди).

Великі молекули можуть сполучатися між собою за допомогою нековалентних взаємодій у **надмолекулярні комплекси**. Це рибосоми (комплекси рРНК і білків), хроматин (ДНК і білки), ферментні комплекси (білкова і небілкова частини складних ферментів) та ін. Надмолекулярні комплекси об'єднуються в клітинні структури: мембрани, ядро, мітохондрії тощо. А вже ці структурні компоненти визначають форму, розміри і функції клітин.

Схема ієрархії молекулярного рівня організації життя:

- низькомолекулярні попередники (CO2, H2O, N2);
- проміжні сполуки (рибоза, ацетат);
- малі біомолекули (амінокислоти, моносахариди, нуклеотиди, жирні кислоти);
- великі біомолекули (білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, ліпіди);
- надмолекулярні комплекси (рибосоми, хроматин, актин-міозиновий комплекс);
- органели;
- клітина.

Для молекулярного рівня організації життя характерна певна ієрархія:

хімічні елементи — прості та складні неорганічні сполуки — проміжні сполуки — малі біомолекули — великі біомолекули — надмолекулярні комплекси — органели — клітина.

Література

20. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
21. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
22. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
23. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 7. Біохімічні процеси при переробці та зберіганні харчових продуктів

Під час зберігання в харчових продуктах проходять різноманітні фізичні процеси, які знижують якість товарів. Вони відбуваються внаслідок зміни температури, випаровування чи вбирання вологи, поглинання або віддачі газових речовин, кристалізації, порушення цілості продукту від механічних дій, старіння білків. Найпоширенішими фізичними процесами є сорбція і десорбція парів та газів.

При *сорбції* вологи маса продуктів зростає, при цьому сухарі, печиво, вафлі втрачають крихкість, стають м'якими; борошно, цукор-пісок, сіль злежуються, втрачають сипучість.

Десорбція також несприятливо впливає на якість продуктів. При висиханні відбувається не тільки втрата маси продукту: випаровування води призводить до втрати товарного вигляду (зморщування овочів, плодів), а також викликає зміну структури і властивостей (зниження якості хліба, бубликів, пряників).

Деякі харчові продукти можуть при зберіганні втрачати ароматичні речовини або набувати небажаного запаху. Це відбувається внаслідок дифузії ароматичних речовин у зовнішнє середовище або внаслідок поглинання продуктом летких речовин, які виділяються з продуктів, що зберігаються поруч. Тому при розміщенні товарів на зберігання обов'язково треба враховувати товарне сусідство.

Зміна температури продуктів може здійснюватися шляхом віддачі або поглинання теплоти із зовнішнього повітря. Більшість продовольчих товарів має низьку температуропроводність. Цим пояснюється повільне зниження температури продуктів, особливо якщо на зберігання розміщуються великі партії товарів.

Підвищення температури при зберіганні викликає розплавлення й витікання жирів з продуктів, збільшення об'ємів рідких продуктів (вино, пиво), стимулює у харчових продуктах інші процеси (хімічні й біохімічні).42

При зберіганні деяких продуктів можуть також відбуватися процеси кристалізації. Наприклад, мед при зберіганні може набувати зернистої структури внаслідок кристалізації глюкози, ніжна консистенція помадних цукерок стає грубою, м'яко кришталевою завдяки збільшенню кристалів сахарози. При черствінні хліба спостерігається ретроградація крохмалю (відновлення його кристалічної структури).

Значні втрати якості і кількості продуктів відбуваються внаслідок механічних ушкоджень тари і продукту. Через биття яєць, скляної тари, ламання макаронних виробів, печива, деформацію хліба, кондитерських виробів торговельні підприємства можуть зазнавати значних товарних втрат.

Хімічні процеси, які відбуваються в харчових продуктах при зберіганні, пов'язані зі зміною органолептичних властивостей продуктів внаслідок окислення жирів, барвних і дубильних речовин, старіння білків та процесу меланоїдиноутворення. Всі ці процеси проходять без участі ферментів і мікроорганізмів.

Внаслідок хімічних реакцій у продуктах утворюються і нагромаджуються речовини, які знижують їх харчову вартість, погіршують смак, запах, забарвлення. Найбільш небажані і поширені зміни відбуваються при *окислювальних процесах.* Окислювання жирів призводить до значного погіршення органолептичних показників якості самих жирів і жировмісних продуктів.

При окисленні барвних речовин знижується інтенсивність забарвлення рослинних олій, вин, лікерів: вони можуть стати повністю безбарвними.

Окислення дубильних речовин супроводжується утворенням темнозабарвлених речовин – меланінів При зберіганні сушеної картоплі, томатопродуктів, овочевих консервів, згущеного молока спостерігаються процеси меланоїдиноутворення, внаслідок 43

яких змінюється колір (від світло–коричневого до темно–коричневого), з'являється сторонній запах і смак.

Біохімічні процеси при зберіганні харчових продуктів можуть відбуватися під впливом ферментів, які містяться у самих продуктах, а також ферментів, які є продуктами життєдіяльності, що потрапляють у продукти. Найбільший вплив на зміну хімічного складу товарів при зберіганні мають такі процеси, як дихання, гідроліз і автоліз.

Дихання – це процес, найбільш характерних для тих харчових продуктів, які є живими організмами (зерно, плоди, овочі, ягоди), або частинами живих організмів (борошно, крупи). Воно пов’язане з діяльністю окислювально–відновних ферментів і є важливим джерелом енергії, необхідної для обміну речовин. Дихання відбувається в усіх живих клітинах.

Дихання може відбуватися у присутності кисню (аеробне) і без нього (анаеробне).

Процес дихання супроводжується втратою маси продукту, зміною складу повітря в сховищі, виділенням вологи і теплоти. Втрати маси рослинних продуктів можуть досягати значних розмірів, тому що тепло й волога, які при цьому виділяються, каталізують інтенсивність дихання, а також створюють сприятливі умови для життя і розвитку мікроорганізмів.

Гідролітичні процеси в харчових продуктах каталізуються ферментами класу гідроліз. Гідролітичні процеси можуть здійснювати позитивний і негативний вплив на якість продуктів. На першій стадії зберігання, коли у плодах і овочах відбуваються процеси дозрівання, крохмаль перетворюється в цукри, нерозчинний протопектин – у пектин, ці зміни носять позитивний характер, тому що дозрілі плоди і овочі стають солодшими і м’якшими. Але при подальшому розвитку цих процесів, коли відбувається повний гідроліз протопектину, а частина пектину перетворюється в пектові кислоти, тканини

плодів стають дуже м’якими, розвалюються, майже зовсім втрачають товарний вигляд і доброякісність.

Гідролітичні процеси, якщо вони проходять при зберіганні готових для споживання продуктів, негативно впливають на їхню харчову вартість – зменшується енергетична цінність, можуть погіршуватися органолептичні властивості (смак, запах).

Крім окислювальних і гідролітичних процесів певне значення при зберіганні продуктів має автоліз – це процеси, які проходять у тканинах м’яса і риби за участю тканинних ферментів. Під автолізом розуміють такі ферментативні процеси, як гліколіз (перетворення глікогену в молочну кислоту в анаеробних умовах), протеоліз (розщеплення білків до амінокислот) і ліполіз (гідроліз жиру до жирних кислот і гліцерину).

При глибокому автолізі відбувається подальший розпад білків, жирів, легше відділяється м’ясний сік, з’являється неприємний кислий смак.

Усі біохімічні процеси можна уповільнити зниженням температури зберігання.

Мікробіологічні процеси у харчових продуктах зумовлені розвитком мікроорганізмів, які викликають бродіння, пліснявіння, гниття та інші види псування продуктів. Ці процеси не тільки знижують харчову вартість продуктів, а й роблять їх непридатними, а іноді й небезпечними для споживання.

Бродіння – це розпад безазотистих органічних речовин під впливом ферментів, які виділяються мікроорганізмами. Головним субстратом, який використовують мікроорганізми для розвитку, є вуглеводи. При зберіганні харчових продуктів частіше відбуваються такі види бродіння, як спиртове, молочнокисле, маслянокисле, оцтовокисле, пропіоновокисле тощо.

Гниття являє собою глибокий розпад білків, який супроводжується утворенням сполук, що мають неприємний запах. Цей процес починається з гідролізу білків під впливом протеолітичних ферментів, які виділяються 45

гнильними мікроорганізмами. Гниття – характерний вид псування для харчових продуктів, які багаті білками водою (м’ясо, риба, яйця).

Пліснявіння харчових продуктів відбувається внаслідок розвитку різних видів пліснявих грибків. Ферменти цих грибків здатні розщеплювати одночасно вуглеводи, жири і білки.

Усі зміни, які відбуваються в продуктах, супроводжуються не тільки зміною якості, але й втратами маси товарів.

Втрати харчових продуктів, які виникають внаслідок природних процесів при оптимальних умовах транспортування, зберігання і реалізації називаються природними втратами. До природних втрат не належать втрати, пов’язані з пошкодженням тари, порушенням умов транспортування і зберігання, а також відходи, які утворюються при підготовці товарів до реалізації: зачищення коров’ячого масла, утворення крихт хліба (який реалізується розважуванням), макаронних і кондитерських виробів.

Основні причини виникнення природних втрат – це усушка, розпилювання (розтрушування), витікання, розкришування, розливання.

Усушка – це зменшення маси продукту внаслідок випаровування вологи чи летких речовин. Цей вид витрат характерний майже для всіх харчових продуктів, за винятком товарів у герметичній тарі.

Розпилювання (розтрушування) характерне для тонко подрібнених сипучих товарів. Цей вид товарів має місце при розтарюванні, транспортуванні, фасуванні та реалізації.

Витікання характерне для продуктів з рідкою консистенцією, воно виникає внаслідок просочування товару крізь тару. Крім того, одна з причин цих втрат –витікання клітинного соку з тканин м'яса і риби при розмерзанні.

Розкришування виникає при рубанні чи розрізанні мороженого м'яса, риби та інших продуктів.

Розливання характерне для рідких продуктів у процесі переливання рідини з однієї тари в іншу.

Для зниження втрат необхідно ретельно стежити за якістю продукції при транспортуванні і закладанні на зберігання, дотримуватися належних режимів зберігання, постійно збільшувати питому вагу фасованих товарів, обережно поводитися з товаром під час приймання, зберігання і реалізації.

Література

24. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
25. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
26. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
27. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.

Лекція 8. Гормони : будова, функції, біохімічне значення

План

1. Загальна характеристика гормонів.
2. Гормони гіпоталамуса.
3. Гормони гіпофіза.
4. Гормони щитовидної залози.
5. Гормони підшлункової залози.
6. Гормони наднирників.

Загальна характеристика гормонів

Гормони – це біологічно активні речовини, які синтезуються залозами внутрішньої секреції і виділяються безпосередньо в кров, лімфу або ліквор. Наука про залози внутрішньої секреції називається ендокринологією.

За хімічною природою гормони є білками (інсулін), пептидами (окситоцин), стероїдами (андростерон), похідними амінокислот (тироксин), фенолами (адреналін). Гормони володіють високою біологічною активністю в дозах 10^{-3} і навіть 10^{-6} мг. В організмі тварин за добу синтезується декілька міліграмів або часток міліграмів окремих гормонів. Концентрація їх

вимірюється частками грама ($10^{-6} – 10^{-9}$) на 100 мл крові. Гормони діють короткочасно і швидко руйнуються. Зазвичай гормони не володіють видовою специфічністю. Так, гормон, отриманий із залоз внутрішньої секреції будь- якого хребетного, має схожу фізіологічну дію.

Для більшості гормонів розшифрована будова їх молекул. Багато гормонів отримано в чистому вигляді (інсулін, фолікулін). Частина гормонів синтезована (адреналін, інсулін, кортизон та ін.). Для деяких були отримані синтетичні аналоги (синестрол).

Гормони різносторонньо впливають на багато реакцій обміну речовин – нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральних сполук. За характером дії гормони діляться на пускові і гормони-виконавці. До пускових відносяться нейрогормони гіпоталамуса та аденогіпофіза. Саме вони стимулюють діяльність відповідних залоз внутрішньої секреції. Гормони- виконавці безпосередньо діють на основні реакції обміну речовин організму, які забезпечують його ріст, розвиток, продуктивність, адаптацію, розмноження, діяльність та ін.

Механізм дії гормонів-виконавців повністю не з'ясований. Припускають три шляхи, по яких гормони діють на тканини і клітини:

- • зміна проникності клітинних мембран;
- • взаємодія гормонів з ферментами шляхом утворення оборотних

  алостеричних зв'язків;

- • вплив гормонів на генетичну інформацію з подальшою зміною синтезу

  ферментів.
  Посередником між гормоном-виконавцем в одних випадках (білкові і

  пептидні гормони) служить цАМФ, в інших (стероїдні гормони) внутрішньоклітинні рецептори, в третіх (деякі інші гормони і гормоноїди) – недостатньо вивчені речовини. Через посередників молекула гормону впливає на характер і перебіг різних ферментативних реакцій.

  В клініці часто зустрічаються гормональні порушення– гіпо- і гіперфункції залоз внутрішньої секреції.

  Гормони в організмі знаходяться в зв'язаному і вільному стані. Між дією різних гормонів існує взаємозв'язок. Так, окремі гормони за своєю дією можуть бути синергістами (соматотропін і тироксин) або антагоністами (інсулін і глюкагон). Відомо близько 100 гормонів і гормоноїдів, які класифікують за будовою, функціями і місцем утворення. Ми розглядаємо класифікацію за місцем утворення, як найпоширенішу.

Гормони – це біологічно активні речовини, які синтезуються залозами внутрішньої секреції і виділяються безпосередньо в кров, лімфу або ліквор. Наука про залози внутрішньої секреції називається ендокринологією.

За хімічною природою гормони є білками (інсулін), пептидами (окситоцин), стероїдами (андростерон), похідними амінокислот (тироксин), фенолами (адреналін). Гормони володіють високою біологічною активністю в дозах 10^{-3} і навіть 10^{-6} мг. В організмі тварин за добу синтезується декілька міліграмів або часток міліграмів окремих гормонів. Концентрація їх вимірюється частками грама (10^{-6} – 10^{-9}) на 100 мл крові. Гормони діють короткочасно і швидко руйнуються. Зазвичай гормони не володіють видовою специфічністю. Так, гормон, отриманий із залоз внутрішньої секреції будь-якого хребетного, має схожу фізіологічну дію.

Для більшості гормонів розшифрована будова їх молекул. Багато гормонів отримано в чистому вигляді (інсулін, фолікулін). Частина гормонів синтезована (адреналін, інсулін, кортизон та ін.). Для деяких були отримані синтетичні аналоги (синестрол). В тканинах виділені гормоноїди, або парагормони, – речовини, що володіють гормональною активністю, такі, як секретин, панкреозин, гепарин, гастрин та ін.

Гормони гіпоталамуса

Гіпоталамус здійснює зв'язок між центральною нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. 32 пари ядер гіпоталамуса беруть участь в регуляції функцій і обміну речовин організму. Регуляція здійснюється нейрогуморальним шляхом. Від нервових центрів гіпоталамуса у відповідні відділи центральної нервової системи відходять пучки нервових волокон. У клітинах багатьох нервових центрів синтезуються гормони, які через кровоносне русло, лімфу і ліквор прямують до клітин відповідних залоз внутрішньої секреції – клітин-мішеней і, в першу чергу, гіпофіза.

Хімічна природа. В ядрах гіпоталамуса синтезується, принаймні, сім стимуляторів (рилізинг-факторів) і три інгібітори (рилізинг-гальмуючі фактори) інкреції гормонів гіпофіза. Для деяких з них була вивчена структура

і здійснений синтез, інші знаходяться на різних стадіях вивчення. Патологія. Біосинтез гормонів порушується при багатьох хворобах,

особливо центральної нервової і ендокринної систем.
Застосування. Ці гормони поки не отримали належного застосування

через недостатнє їх вивчення.

Гормони гіпофіза

Гіпофіз– найважливіша залоза внутрішньої секреції. Разом з гіпоталамусом утворює єдину морфофізіологічну систему, яка регулює різні сторони обміну речовин. Гіпофіз складається з трьох частин: передньої, середньої і задньої. В них синтезується ряд життєво важливих гормонів.

А. Гормони передньої частини гіпофіза (аденогіпофіза).

До гормонів передньої частини гіпофіза належить обширна група різноманітних за біологічною дією і хімічною будовою гормонів.

Соматотропін (гормон росту, соматотропний гормон, СТГ). Соматотропін був відкритий в екстракті гіпофіза Г. Евансом і Дж. Лонгом у 1921 р.

Біологічна дія. Соматотропін багатогранно діє на всі види обміну речовин. Він активує діяльність ДНК-полімераз. У клітинах зростає біосинтез іРНК і рРНК. Підвищується проникність для амінокислот і інтенсивність біосинтезу білків, зростає мітотичне ділення клітин, посилюється хондріо- і остеогенез, біосинтез глікогену і мобілізація жирів з жирових депо, відкладення кальцію і фосфору в кістках. Він стимулює засвоєння тканинами моноз та проявляє діабетогенну дію.

Патологія. Надмірна продукція гормону в ранньому віці призводить до гігантизму. У людей гігантами називають чоловіків, ріст яких перевищує 200 см, жінок – вище 190 см. Найвища людина, описана в літературі, мала зріст 320 см. Надмірне виділення соматотропіна у дорослих призводить до захворювання – акромегалії, коли у хворих непропорційно збільшуються

окремі частини тіла (стопа, кисть, щелепа, губи, ніс). Недостатня продукція гормону в ранньому віці призводить до нанізму – низький ріст і малі розміри тіла (у людини – зріст нижче 120 – 130 см).

Застосування. Гормон використовується як діабетогенний засіб.

Пролактин (лактотропний гормон, маматропін, лактотропін, ПРЛ). Пролактин був виділений з екстракту гіпофіза в 1933 р. Регулює материнський інстинкт, розвиток і функціонування молочної залози.

Патологія. При руйнуванні ацидофільних клітин слабшає і припиняється виділення гормону.

Застосування. Пролактин застосовують при зниженій секреції молочної залози в післяпологовий період.

Фолітропін (фолікуло-стимулюючий гормон, ФСГ). Фолітропін – гонадотропний гормон, у самок стимулює ріст і дозрівання фолікул яєчників, у самців – розвиток сперматогенного епітелію в сім'яниках і сперматогенез.

Біологічна дія. Основними клітинами, на які діє фолітропін, є клітини фолікулів і сперматогенного епітелію. Інтенсивність виділення гормону залежить від фаз статевого циклу. Спільно з лютропіном стимулює біосинтез естрогену і частково андрогенів. Володіє біохімічною і імунологічною специфічністю.

Патологія. При руйнуванні базофільних клітин у результаті пошкодження гіпофіза пухлинами або різними інтоксикаціями утворення гормону припиняється.

Застосування. Застосовують аналог фолітропіна – сироватковий гонадотропін крові для стимуляції овуляції або як засіб лікування німфоманії та ін.

Лютропін (лютеїнізуючий гормон, ЛГ). Лютропін – гонадотропний гормон, стимулює у самок ріст фолікулів, їх дозрівання, овуляцію і утворення жовтого тіла.

Література

28. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. —Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. — 744 с.
29. Губський Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Вінниця : Новакнига, 2011. — 656 с.
30. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 464 с.
31. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський. — Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. —508 с.