Загальна біохімія

Спеціальність:

**«Харчові технології»**

Курс - ІІ

Викладач: Матящук Світлана Іванівна

**Зміст**

 сторінки

1.Тема № 1 Вода, її роль у життєдіяльності живих організмів

Фізико-хімічні властивості води 3-7

2.Тема № 2 Органогенні, макро-, мікро- та ультрамікроелементи,

їх вміст у живих організмах та значення 8-12

3.Тема № 3 Визначення масової частки сухих речовин у

харчових продуктах рефрактометричним методом 13-18

4. Тема № 4 Класифікація та загальна характеристика ліпідів 19 -22

5. Тема №5 Будова, властивості та значення полісахаридів 23-25

6. Тема № 6 Емульгування жиру 26-30

7. Тема № 7 Білки, їх амінокислотний склад 31-36

8. Тема № 8 Амінокислоти і утворення меланоїдинів, їх значення

в галузях харчової промисловості 37-43

9. Тема № 9 Будова і властивості нуклеїнових кислот 44-52

10. Тема № 10 Органічні кислоти рослин 53-61

11. Тема № 11 Якісні реакції на водорозчинні вітаміни (В2, В6, С, РР) 62-76

12. Тема № 12 Фотосинтез і хемосинтез. Бродіння. Дихання 77-82

13. Тема № 13 Обмін ліпідів. Біохімія синтезу амінокислот та білків 83-88

Література 88-89

**Тема №** 1Вода, її роль у життєдіяльності живих організмів. Фізико-хімічні властивості води

План:

1. Вода – неорганічна речовина
2. Значення води
3. Властивості води
4. Особливості будови молекул води

**1. Вода**– **неорганічна речовина**

**Вода**– неорганічна речовина, молекули якої складаються з двох атомів Гідрогену та одного атома Оксигену. Кількість води неоднакова у різних організмах. Найбільше води містить тіло медуз (95-98%), водні рослини (понад 80%), найменше її у комах (40-50%), слані лишайників (5-7%). У тілі ссавців у середньому 75% води, у тому числі в людини – 60-65% маси тіла. Кількість води неоднакова і в різних тканинах і органах одного й того самого організму. Наприклад, у людини вміст води в тканинах і органах є таким: кров (83,0%), нирки (82,7%), серце (79,2%), легені (79,0%), м'язи (75,6%), мозок (74,8%), шкіра (72,0%), скелет (22,0%), жирова тканина (10,0%).

Більша частина води (70% об'єму) перебуває у клітинах тіла у вільному та зв'язаному вигляді, менша частина (30% об'єму) – переміщується в позаклітинному просторі організму і знаходиться у вільному стані. Зв'язана вода (4-5%) буває осмотично зв'язаною (вода у зв'язках з йонами та низькомолекулярними сполуками), колоїдно зв'язаною (вода у зв'язках як із внутрішніми, так і з розташованими на поверхні хімічними групами високомолекулярних сполук) та структурно зв'язаною (вода у замкненому просторі високомолекулярних біополімерів складної структури). Вільна вода (95-96%) є універсальним розчинником.

**2.Значення води**.

Кількісно вода займає перше місце серед хімічних сполук будь- якої клітини. Наявність води є обов'язковою умовою життєдіяльності організмів. Які ж функції виконує в біосистемах ця найпоширеніша на Землі речовина?

Вода – універсальний розчинник для йонних і багатьох ковалентних сполук, забезпечує протікання хімічних реакцій, транспорт речовин у клітину і з клітини.

Вода – реагент, за участю якого в клітинах відбуваються реакції гідролізу та гідратації, окисно-відновні та кислотно-основні реакції.

 Вода – теплорегулятор, підтримує оптимальний тепловий режим організмів і забезпечує рівномірний розподіл теплоти в живих системах.

Вода – осморегулятор, що забезпечує форму клітин, транспорт неорганічних речовин.

Вода – опора, забезпечує пружний стан клітин (тургор), виступає амортизатором від механічних впливів на організм, виконує функцію гідроскелету в багатьох тварин.

Вода – засіб транспорту, здійснює зв'язок в клітинах, між клітинами, тканинами, органами і забезпечує гомеостаз та функціонування організму як єдиного цілого.

Вода – середовище існування для водних організмів, у ньому здійснюються пасивний рух, зовнішнє запліднення, поширення насіння, гамет і личинкових стадій наземних організмів.

 Вода – конформатор, має вагоме значення в організації просторової структури (конформації) біополімерів.

**3.Властивості води**

Роль води в біосистемах визначається її фізико-хімічними властивостями.

- Для чистої води характерні прозорість, відсутність смаку, кольору, запаху. Природна вода завжди містить різні домішки: розчинені речовини у вигляді йонів, нерозчинені сполуки – у вигляді суспензії. Вода – єдина речовина на Землі, яка одночасно і у великій кількості зустрічається в рідкому, твердому і газоподібному станах.

- Густина води за температури +4 °С є максимальною і дорівнює 1 г/см3. Із зниженням температури густина зменшується, тому лід плаває на поверхні води.

- Вода має аномально високі питому теплоємність (4,17 Дж/гК), теплоту випаровування (за температури 100 °С – 2253 Дж/г), теплоту танення (за температури 0 °С – 333,98 Дж/г).

- Воді властивий виключно великий поверхневий натяг за рахунок потужних сил зчеплення (когезії), пов'язаних з утворенням водневих зв'язків між молекулами.

- Для води характерна властивість прилипання (адгезії), яка проявляється у разі підняття її проти гравітаційних сил.

- Воді у рідкому стані властива текучісь, нестискуваність, чим обумовлені явища осмосу та тургору.

- Вода має амфотерні властивості, тобто проявляє властивості як кислоти так і основи та бере участь у кислотно-основних реакціях.

- Вода здатна виступати і як відновник, і як окисник, здійснюючи біологічно важливі окисно-відновні реакції обміну речовин.

- Молекули води полярні, завдяки чому беруть участь у реакціях гідратації, забезпечуючи розчинення багатьох хімічних сполук.

- Вода бере участь у біологічно важливих реакціях розкладання – реакціях гідролізу.

- Молекули води здатні дисоціювати на йони: Н2O = Н+ + ОН-.

**4.Особливості будови молекул води**

Унікальні властивості води визначаються структурою її молекул.

У молекулі води кожний атом Гідрогену утримується біля атома Оксигену ковалентним зв'язком, енергія якого майже 110 ккал/моль. Завдяки цьому вода є дуже стійкою хімічною сполукою. Водяна пара починає розкладатися на О, і Н, за температури, вищої від 1000 °С.

У молекулі води дві пари електронів із чотирьох утворені ковалентним зв'язком і зміщені до однієї зі сторін молекули з формуванням двох позитивно заряджених полюсів. А дві інші пари залишаються неподіленими і зміщені відносно ядра атома Оксигену до протилежної сторони, де утворюють два негативно заряджені полюси.

Отже, молекули води є полярними.

Завдяки полярності сусідні молекули води можуть взаємодіяти між собою і з молекулами полярних речовин з утворенням водневих зв'язків, які обумовлюють унікальні фізичні властивості та біологічні функції води. Енергія цього зв'язку, порівняно з енергією ковалентного зв'язку, невелика. Вона становить лише 4,5 ккал/ моль, і завдяки тепловому рухові ці зв'язки між молекулами води постійно виникають і розриваються. Водневі зв'язки – це зв'язки між двома ковалентно зв'язаними атомами з великим значенням електронегативності (О, N, F) за посередництвом атома Гідрогену Н. Зазвичай водневий зв'язок позначають трьома крапками і цим зазначають, що він набагато слабкіший; ніж ковалентний зв'язок (приблизно в 15–20 разів).

Водневі зв'язки відіграють визначальну роль в утворенні специфічної фази і кристалічної структури води. Згідно з сучасними уявленнями, основою будови води є кристалічна ґратка з розмитою тепловим рухом частиною молекул вільної води. Для води у твердому стані характерні молекулярні кристалічні ґратки, оскільки кристали будуються з молекул, зв'язаних одна з одною водневими зв'язками. Саме наявністю елементів кристалічних ґраток, а також дипольністю молекул води і зумовлене дуже велике значення відносної діелектричної проникності води.

Молекули рідкої води здатні до полімеризації або асоціації з утворенням асоціатів (Н2O)n. Утворення найщільніших асоціатів відбувається за +4 \*С, чим і пояснюється найбільша густина води за цієї температури. Під час нагрівання водневі зв'язки руйнуються й асоціати починають розщеплюватися, оскільки енергія теплового руху стає більшою від енергії цих зв'язків. Розривання зв'язків потребує багато енергії, звідки й високі температура кипіння та питома теплоємність води. Це має істотне значення для організмів під час коливань температури середовища існування.

Рентгеноструктурним аналізом води встановлено, що й у рідкій воді залишаються фрагменти структури льоду. За температури +20 °С близько 70% молекул перебуває у воді у вигляді агрегатів, які містять у середньому по 57 молекул у кожному. Такі агрегати називають кластерами. Молекули води, що входять до складу кластера, сковані й метаболічно інертні. Активна роль у реакціях обміну речовин належить тільки вільним молекулам води. Якщо кластерів багато, то це призводить до іммобілізації води, тобто до виключення вільної води, обмеження ферментативних процесів і до зниження функціональної активності клітини.

**Тема № 2** Органогенні, макро-, мікро- та ультрамікроелементи, їх вміст у живих організмах та значення

План:

1. Мікро -, макроелементи
2. Класифікація елементів
3. Ендемічні захворювання людини

4. Вміст макроелементів в організмі

**1.** **Мікро -, макроелементи**

Мікро -, макроелементи (від мікро... і макро..., лат. elementum – стихія, первинна речовина) – хімічні елементи, що наявні в організмі у низьких (від 0,001 до 0,000000000001 %) та високих концентраціях. Саме це визначає їхні назви: слідові елементи – у нім. та англ. мовах, олігоелементи – у франц. авторів, розсіяні елементи – у працях В. Вернадського. Єдиною характер. ознакою мікро­елементів, що відрізняє їх від макроелементів, є низька концентрація їх у живих організмах. Існують різні класифікації хім. елементів, що знаходяться в організмі людини. Частина дослідників надає перевагу назві «біологічно значущі елементи» (на противагу «біологічно інертним елементам»), вказуючи на те, що це хім. елементи, необхідні живим організмам для забезпечення нормал. життєдіяльності.

**2.Класифікація елементів**

Елементи, що забезпечують життєдіяльність організму, класифікують за різними ознаками – вмісту в організмі, ступеня необхідності, біол. ролі, тканин. специфічності тощо. За вмістом у організмі людини їх поділяють на макроелементи (більше 0,01 % маси тіла), мікроелементи (від 0,009 до 0,00001 %), ультрамікроелементи (менше 0,000001 %; див. Табл.).

Деякі дослідники поділяють ці групи за ін. концентраціями. Іноді ультрамікроелементи не відокремлюють від мікроелементів. Сучасні класифікації поділяють усі мікроелементи за наступ. ознаками: за життєвою необхідністю: 1) есенціал. – Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn; 2) умовно-есенціал. – As, В, Br, F, Li, Ni, V, Si; 3) токсичні – Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Vi, Tl; 4) потенційно токсичні – Ge, Au, In, Rb, Ag, Ti, Ті, U, W, Sn, Zr; за імуномодулювальним ефектом: 1) необхідні (есенціал.) для імун. системи – Fe, I; 2) Сu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, Li; 3) імунотоксичні: Al, As, В, Ni, Cd, Pb, Hg, Be, Vi, Tl, Ge, Au; 4) Sn та ін. В основі розподілу мі­кроелементів в органах тіла лежить їх фізіологічне значення, а також особливості кровопостачання організму. У головному мозку активну участь у складних біохімічних процесах беруть: мідь, марганець, алюміній, кремній, титан, срібло. У щитоподібній залозі зосереджена половина йоду, що є у всьому організмі, крім того, ще й бром, кобальт, арсен, ртуть, мідь, свинець, фтор, цинк, титан. У підшлунковій залозі – цинк, кобальт, нікель, арсен, йод, молібден, кремній, марганець, олово, хром, свинець. Печінка є основним «сховищем» мінеральних речовин для організму; вона сприяє їх сталості у крові. Одночасно печінка – єдиний орган, що виводить мікроелементи з організму. Мікроелементи входять до складу ферментів (відомо бл. 200 металоферментів): Zn – до карбоангідрази, Cu – до поліфенолоксидази, Mn – до аргінази, Mo – до ксантиноксидази; вітамінів: Co – до складу вітаміну B12; гормонів: I – до тироксину, Zn і Co – до інсуліну; дихал. пігментів: Fe – до гемоглобіну та ін. залізовміс. пігментів, Cu – до гемоціаніну. Деякі мікроелементи впливають на здатність до росту (Mn, Zn, I), розмноження (Mn, Zn), кровотворення (Fe, Cu, Co), на процеси дихання тканин (Cu, Zn), внутр.-клітин. обміну тощо. Для низки мікроелементів (Sc, Zr, Nb, Au, La і ін.) невідома їхня кількість у тканинах, органах і не з’ясована біол. роль. Осн. джерело надходження мікроелементів до організму – їжа. Питна вода покриває 1–10 % добової потреби в I, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, і лише для F, Sr є гол. джерелом. Вміст мікро­елементів у їжі залежить від гео­хімії місцевості, де її було отримано, й набору продуктів раціону.

**3.Ендемічні захворювання людини**

Причиною ендемічних захворювань людини є: I, нестача якого сприяє поширенню ендемічного зоба, і F, при надлишку якого виникає флюороз, а при недостатності – карієс. Для F визначальним джерелом надходження в організм є вода, для I – молоко й овочі. Основним «постачальником» у раціон більшості ін. найважливіших мікроелементів є хлібопродукти. З віком вміст багатьох мікроелементів (Al, Ti, Cl, Pb, F, Sr, Ni) в організмі збільшується, у період росту й розвитку це наростання йде швидко, а до 15–20 р. сповільнюється або припиняється. Вміст Co, Cu, Ni в крові й Sr у скелеті у 50–60 р. стає нижчим, ніж у 20–25 р. У клін. медицині в боротьбі з деякими видами анемій ефективно застосовують препарати, що містять Co, Fe, Cu, Mn, а також Br і I. Успішно застосовують методи йодування солі й хліба для профілактики ендемічного зоба, фторування води для зниження захворюваності на карієс. У випадках, коли F у природних водах забагато, експлуатуються дефторуючі установки.

Мікроелементози – захворювання й синдроми, у генезі розвитку яких лежать недостатність або надлишок мікроелементів, їхній дисбаланс, аномал. співвідношення макро- і мікроелементів. Розвитку різних мікроелементозів у сучасних умовах сприяє техногенне забруднення довкілля. У безпосередній близькості від багатьох промислових підприємств утворюються зони з підвищ. вмістом Pb, As, Hg, Cd, Ni та ін. токсичних мікроелементів. Визначити стан обміну хімічних елементів в організмі й токсичний вплив на нього окремих важких металів можна за вмістом у крові, волоссі, слині, шлунковому соку, сечі. Для цього використовують сучасні аналітичні методи (атомно­емісійна- й мас-спектрометрія, атомно-абсорбційна спектрофотометрія та ін.). Останнім часом все більший інтерес викликає дослідження волосся, оскільки вміст мікроелементів у ньому відображає елемент. статус усього організму та є інтеграл. показником мінерал. обміну. За допомогою плазмово-спектрометрич. аналізу волосся можна визначити схильність організму до тих або ін. відхилень, захворювань.

**4.** **Вміст макроелементів в організмі**

Із 106-ти елементів період. системи Д. Менделєєва в організмі людини постійно наявні 86, із них 25 – необхідні для нормал. життєдіяльності. При перевищенні кількості елемента в організмі 2–10 % його вважають макроелементом. Найбільше в організмі міститься наступ. макроелементів: кисню – 65 %, вуглецю – 18 %, водню – 10 %, нітрогену – 3 %. Ці макроелементи називають органогенними, або макронутриєнтами; переважно з них побудовані білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти тощо. До ін. макроелементів належать: калій – 0,35 %, кальцій – 2 %, магній – 0,05 %, натрій – 0,15 %, сірка – 0,25 %, фосфор – 1,1 %, хлор – 0,15 %. При серед. масі тіла людини 70 кг в її організмі міститься (у грамах): кальцію – 1700, калію – 250, натрію – 70, магнію – 42, заліза – 5, цинку – 3. Н, С, О, N, частка яких становить 96 % маси живої речовини, й Ca, Р, К, Na, Mg, S, Cl становлять 10–20 % і більше маси тіла. Макроелементи сконцентровані, зазвичай, в одному типі тканин живого організму.

Вміст макроелементів в організмі досить постійний, але навіть порівняно великі відхилення від норми сумісні з життєдіяльністю організму. Макроелементи, як правило, входять в організмі до складу орган. сполук. Водень (H) у природі виявляють переважно у вигляді сполук; він є складовою усіх біол. речовин (амінокислот, білків, вітамінів, гормонів), води. Рівень іонів водню визначає кислотність середовища. Нітроген (N) наявний у живих організмах у складі амінокислот, пептидів, пуринів, що входять до складу ДНК. Кисень (O) входить до складу білків, жирів, вуглеводів, без нього неможливе дихання, окиснення амінокислот, жирів, вуглеводів. У фагоцитах кисень відновлюється до супероксидіону, що ініціює окиснення сторон. орган. речовин, захоплених фагоцитами. Нормал. вміст кисню у повітрі (≈21 об’єм. %) створює необхідний для насичення крові й тканин парціал. тиск. Зниження вмісту O2 до 16–18 об’єм. % не небезпечно. При зниженні вмісту O2 до 14 об’єм. % з’являються ознаки кисн. недостатності, а зниження до 9 об’єм. % небезпечне для життя. (C) за своїм значенням для живих організмів є органогеном № 1. Натрію гідрокарбонат входить до однієї з буфер. систем організму (рН 7,8–8,0), що, напр., у жовчі створює лужне середовище, яке сприяє гідролізу жирів. K, Na, Ca, P, Mg, S, Cl надходять в організм із водою, харч. продуктами й відіграють провідну роль у регулюванні водно-сольового, білкового, вуглевод. й жирового обмінів, підтримці кислотно-лужні рівноваги, функції клітин. мембран, передачі нерв. імпульсів тощо.

**Тема № 3** Визначення масової частки сухих речовин у харчових продуктах рефрактометричним методом

План:

1. Визначення масової частки сухих речовин
2. Визначення масової частки сухих речовин рефрактометричним методом

**1. Визначення масової частки сухих речовин**

Визначення масової частки сухих речовин (СР) є обов’язковою умовою об’єктивного оцінювання якості сировини та готових виробів. Поряд з вологістю, вміст СР значно впливає на якість, калорійність, технологію переробки, умови зберігання, вихід продукції.

Визначення сухих речовин виконується швидко, тому є зручним методом контролю для виробництва.

Для кожного виду і сорту продукту встановлені відповідні норми масової частки СР. Вміст їх визначається як різниця між загальною кількістю продукту та масовою часткою вологи.

Під концентрацією СР розуміють кількісний вміст даних речовин в дослідному матеріалі. Виражається вона найчастіше в:

· грамах на 100 г розчину, у відсотках (масова концентрація);

· грамах на 100 см3 розчину, у відсотках (об’ємна концентрація).

Розрізняють істинний і видимий вміст сухих речовин.

Істинний вміст сухих речовин найточніше можна визначити прямим способом – висушуванням до постійної маси (довготривалий, не знайшов застосування в промисловості).

В промисловості використовують непрямі методи – визначення по відносній густині речовини або по показнику заломлення світла. Ці фізичні величини пропорційні концентрації сухих речовин. Непрямі методи забезпечують істинний результат тільки в тих випадках, якщо дослідний розчин містить тільки одну речовину, яка звільнена від домішок. Тому при застосуванні непрямих методів, як правило, отримують "видимий" результат, який відрізняється від "істинного". Це зумовлено тим, що домішки мають свою певну густину і показник заломлення, які відрізняються від цих показників основної речовини, тим самим змінюючи результати досліду. Так наприклад, при визначені концентрації чистого розчину сахарози отримують "істинний" результат, якщо визначати цим же способом СР патоки, яка містить суміші різних сахарів, декстринів, то результат буде "видимий". Щоб зменшити величину похибки вносять поправки (по таблицях), які встановлені дослідним шляхом.

Густиною речовини (об’ємною масою) називають відношення маси даної речовини до її об’єму, тобто – це маса продукту в одиницях об‘єму. Густину речовини ρ, кг/м3 , визначають за формулою:

G V r = , (1.2) 12

де G – маса речовини, кг; V – об'єм речовини, м 3 .

За одиницю маси вибрана маса 1 см3 води при температурі +4 °С (при температурі найбільшої густини води), яка дорівнює 1 г, тому густина тіла по відношенню до води при +4 °С дорівнює густині води.

Густина речовини при визначеній температурі величина постійна. Із збільшенням концентрації зазвичай густина розчинів збільшується. Визначивши густину певного розчину по довідкових таблицях визначають концентрацію певної речовини в ньому.

Зміна температури впливає на зміну об'єму тіла, отже змінюється і його густина, тому при певній густини завжди вказується температура, при якій проводили визначення. При підвищенні температури густина більшості речовин зменшується за рахунок збільшення об’єму.

Розрізняють абсолютну (істинну) і відносну густину тіла. Під абсолютною густиною розуміють густину, яка була визначена зважуванням тіла у безповітряному просторі. В технохімічному контролі виробництва використовують відносну густину.

Відносна густина показує відношення густини даної речовини до густини стандартної речовини (для рідких продуктів – дистильована вода) при певних умовах і є безрозмірною величиною. Відносну густину можна також виражати відношенням маси речовини до маси такого ж об’єму дистильованої води при постійних умовах.

Відносна густина залежить від температури: при зниженні температури вона збільшується, при підвищенні – зменшується. Тому відносну густину позначають з індексами 1 2 t t d , де t1 показує температуру, при якій визначалась густина речовини, а t2 – температуру води, густина якої взята за одиницю порівняння.

Температура 20 °С і 4 °С є стандартною, тому відносну густину речовини визначають при цій температурі.

 Концентрацію сухих речовин визначають за допомогою спеціальних приладів: ареометрів, пікнометрів, рефрактометрів.

**2. Визначення масової частки сухих речовин рефрактометричним методом**

Принцип вимірювання сухих речовин за допомогою рефрактометра полягає у визначенні показника заломлення певного розчину.

Суть методу полягає в тому, що коли промінь світла переходить з одного середовища в друге і густина цих середовищ різна, то він частково відбивається від поверхні, а частково переходить в інше середовище, змінюючи при цьому своє початкове направлення, тобто заломлюється (рис. 1.2). Зі збільшенням концентрації розчину збільшується показник заломлення.

Залежність показника заломлення від концентрації може бути або прямолінійна або криволінійна. Знаючи величину заломлення, можна за спеціальними таблицями знайти кількість сухих речовин в розчині, яка відповідає цьому показнику заломлення.

Якщо промінь світла переходить з вакууму або з повітря в інше середовище, то кут падіння завжди більший чим кут заломлення, так як коефіцієнт заломлення середовища більше коефіцієнта заломлення вакууму або повітря. При збільшенні кута падіння світлового променя збільшується кут його заломлення. При куті падіння 90 º, коли промінь буде ковзати на границі поділу двох середовищ, кут заломлення буде мати найбільше значення, яке називається граничним кутом заломлення. При зворотному направленні променя з середовища з більшим коефіцієнтом заломлення в середовище з меншим його значенням, при якому промінь повністю відбивається від поверхні, називається кутом повного внутрішнього відображення. Граничний кут заломлення і кут повного внутрішнього відображення абсолютно рівні.

Коефіцієнт заломлення є сталим для певної речовини і залежить від довжини світлового променя та температури, так як зі зміною температури змінюється оптична густина середовища. Коефіцієнт рефракції розчину залежить також і від його концентрації. Саме на цій залежності базується рефрактометричний метод визначення сухих речовин в розчинах. Прилади, що використовуються для визначення показника заломлення називаються рефрактометри.

В харчовій промисловості використовують рефрактометри різних типів (харчові лабораторні, прецизійні, універсальні та ін.). Конструкція більшості рефрактометрів базується на вимірюванні граничного кута заломлення. Основна деталь таких приладів – призма з точно відомим показником I II 1 2 3 4 4' 3' 2' 1' 4' 16 заломлення. Рефрактометри градуйовані при температурі 20 °С (якщо температура інша – вводять поправки). Всі рефрактометри мають зорову трубку з окуляром, в полі зору якого знаходиться шкала, яка показує значення самого коефіцієнта заломлення або умовну зв’язану з ним величину.

Перед початком роботи перевіряють достовірність показників рефрактометра, для цього на призму наносять розчин з відомим коефіцієнтом заломлення, наприклад дистильовану воду (nводи = 1, 3330 при 20 °С).

Чим вище концентрація розчину, тим більше значення коефіцієнту заломлення.

Для показника заломлення необхідно завжди вказувати довжину хвилі, що відповідає йому. В більшості випадків показник заломлення визначають при монохроматичному джерелі світла, тобто жовтого променя з довжиною хвилі 589,3 нм, температура визначення повинна бути 20 °С. Символ показника заломлення 20 D n . При відхиленні в температурі вводять температурну поправку.

Видимі сухі речовини у розчинах можна визначати за показниками заломлення рефрактометрами різних типів: РПЛ-3, універсальним УРЛ, прецизійним РПЛ-2, ИРФ-22.

Вказані рефрактометри мають шкалу вмісту масової частки СР (%) градуйовану по сахарозі, окрім прецизійного марки РПЛ-2, в якого показники даються в умовних одиницях шкали. Визначивши показник заломлення, за таблицями знаходимо масову частку СР.

Рефрактометр РПЛ-3 призначений для визначення показників заломлення розчинів та вмісту сухих речовин по сахарозі в харчових продуктах. Рефрактометр дає точні (істинні) показники по шкалі сухих речовин тільки для чистих розчинів сахарози при температурі 20 °С. Рефрактометр має дві шкали: зліва – шкала показника заломлення, межі виміру 1,30 – 1,54, справа – шкала вмісту сухих речовин (у % сахарози), межі виміру 0 – 95 %. Допустима похибка при визначенні сухих речовин становить ± 0,2 – 0,1%.

УРЛ-1 – універсальний рефрактометр першої модифікації, шкала градуйована по сахарозі, коефіцієнт заломлення 1,2 – 1,7, вміст сухих речовин в розчинах 0 – 95 %.

 РПЛ-2 – використовують для визначення концентрації сухих речовин в розчинах в межах до 30% (що є недоліком даного рефрактометра). Похибка вимірювання ±0,2 – 0,04%. Шкала рефрактометра поділена на 102 однакових умовних одиниці. Для визначення вмісту сухих речовин у відсотках, показник рефрактометра переводять за допомогою спеціальних таблиць.

**Тема № 4** Класифікація та загальна характеристика ліпідів

План:

1.Класифікації ліпідів за хімічним складом, функціями.

2.Властивості ліпідів

1. Л***іпіди****– органічні сполуки, які є нерозчинними у воді через свою неполярність.* їх вміст у клітині – 5-15% від сухої маси, у деяких клітинах може досягати майже 90% (клітини жирової тканини).

**Особливості**. Ліпіди – це неполімерні, неполярні, гідрофобні сполуки, які легко утворюють *емульсії,* завдяки чому й відбувається їх надходження в організм гетеротрофів. Розчиняються ліпіди в органічних розчинниках: ефірі, ацетоні, хлороформі та ін. Молекули ліпідів мають різну хімічну будову, але спільним у них є наявність у складі вищих жирних кислот (насичених та ненасичених) та одно-, дво-, і триатомних спиртів. Ліпіди здатні утворювати складні комплекси з білками, вуглеводами, фосфорною кислотою та ін. Справжні ліпіди – це складні ефіри жирних кислот і спирту, які утворюються в результаті *реакцій етерифікації* (кислота + спирт – складний ефір + вода). При поєднанні вищих жирних кислот і спиртів виникають *складноефірні зв'язки.* Властивості залежать від хімічного складу, тобто наявності певних жирних кислот та спиртів.

**Різноманітність**. Класифікувати ліпіди дуже важко через їх величезну хімічну різноманітність.

*І.****Прості ліпіди*** (є похідними вищих жирних кислот і спиртів).

1. *Воски* (складні ефіри жирних кислот і одноатомних довголанцюжкових спиртів).

2. *Діольні ліпіди* (складні ефіри жирних кислот і двоатомних спиртів).

3. *Тригліцериди* (складні ефіри жирних кислот і триатомних спиртів). їх поділяють на *тваринні жири* (насичені жирні кислоти і триатомні спирти) та *рослинні олії* (ненасичені жирні кислоти і триатомні спирти). ***Складні ліпіди*** (містять ліпідну частину і неліпідний комплекс).

1. *Ліпопротеїди* (ліпідна частина поєднана з білком) є транспортною формою ліпідів у крові та лімфі, з них будуються мембрани.

2. *Фосфоліпіди* (ліпідна частина і залишок фосфорної кислоти) входять до складу клітинних мембран.

3. *Гліколіпіди* (ліпідна частина і вуглеводи) є компонентами мієлінових оболонок нервових відростків, а також компонентами мембран хлоропластів.

***Жироподібні речовини, або ліпоїди*** (в їх утворенні беруть участь жирні кислоти та спирти).

1. *Стероїди* є важливим компонентом статевих гормонів, гормонів надниркових залоз, вітаміну D та ін.

2. *Терпени* об'єднують каротиноїди (фотосинтезуючі пігменти) та гібереліни (гормони рослин).

***Біологічне значення.*** Основними функціями ліпідів є:

1) *будівельна* (фосфоліпіди беруть участь у побудові біліпідного шару мембран, які містять, окрім них, ще і гліколіпіди та ліпопротеїди);

2) *енергетична* (при розщепленні 1 г жирів вивільняється 38,9 кДж енергії, тобто удвічі більше, ніж при окисненні білків і вуглеводів);

3) *запасаюча* (у рослин відкладаються про запас олії, у тварин – жири, а також надлишок вуглеводів і білків може перетворюватися в жири та відкладатися про запас);

4) *теплоізоляційна* (завдяки низькій теплопровідності жири, накопичуючись у підшкірній клітковині, запобігають втратам тепла);

5) *водоутворююча* (при окисненні 1 г жирів утворюється 1,1 г метаболічної води, яка дуже важлива для мешканців пустелі, тварин, які впадають у сплячку);

6) *регуляторна* (серед ліпоїдів є стероїдні гормони, жиророзчинні вітаміни, які беруть участь у регуляції процесів життєдіяльності організмів);

7) *захисна* (воски захищають органи рослин від втрат води, жири навколо внутрішніх органів тварин захищають від механічних впливів).

2. Воски використовуються в організмах рослин і тварин, здебільшого, як водовідштовхувальне покриття: утворюють захисний шар на кутикулі епідерми листків, плодів, насіння, вкривають хітинову оболонку наземних членистоногих. З воску бджоли будують стільники.

Властивості жирів залежать від вмісту вищих жирних кислот: а) якщо в складі переважають насичені жирні кислоти, то жири мають тверду консистенцію і високу температуру плавлення; б) при переважанні в складі жирів ненасичених жирних кислот вони матимуть низьку температуру плавлення і рідку консистенцію. Жири легші за воду, практично в ній не розчиняються, можуть утворювати стійкі емульсії (наприклад, молоко). Завдяки *реакціям гідролізу* під впливом ферментів ліпаз відбувається розщеплення жирів, а завдяки *реакціям етерифікації* – синтез і ресинтез жирів (у тварин – у клітинах ворсинок тонкого кишечника, печінки і жирової тканини; у рослин – у клітинах насіння). Основна функція тригліцеридів – є енергетичним депо. Жири одержують витоплюванням з жирових клітин і кісток тварин, пресуванням й екстрагуванням з насіння та плодів рослин. їх використовують у медицині (риб'ячий жир, рицинова олія, масло какао), у техніці (лляна, конопляна, бавовникова, ріпакова олії), косметиці (трояндова, лавандова олії).

**Тема № 5** Будова, властивості та значення полісахаридів

План:

1.Вуглеводи рослинного походження

2.Вуглеводи тваринного походження

1. Вуглеводи – група органічних сполук, які є необхідним компонентом клітин і тканин всіх організмів. Вони є однією із сполук складних життєво важливих молекул будь-якого організму. Вуглеводи беруть участь у обміні речовин та запасають наш організм поживними речовинами. Це, по суті, як паливо для нашого організму, яке ми отримуємо з харчуванням. Вуглеводи виступають основним джерелом нашого організму.

**Прості вуглеводи**

Прості вуглеводи безпосередньо беруть участь у реакціях, які відбуваються у нашому організмі. Основний простий вуглевод – глюкоза. Загалом глюкоза потрібна для забезпечення живлення клітин.Глюкоза впливає на стан нашого здоров’я від її дефіциту чи надлишку людина може відчувати сонливість та втому. Зниження рівня глюкози у організмі викликає почуття голоду, а також таку тенденцію можна спостерігати і коли рівень є підвищений (так реагує наш організм) – це слід пам’ятати тим, хто хоче тримати свою вагу в нормі та/або хоче схуднути чи навпаки набрати.

Фруктоза- теж відноситься до простих вуглеводів. Вона міститься у у фруктах (чим солодший фрукт, тим більше фруктози у ньому). Даний вид вуглеводів є хорошим для людей хворим на діабет, бо вона живить клітини організму без участі інсуліну, в свою чергу частина фруктози в печінці перетворюється на глюкозу. Даний вид вуглеводів знаходиться у фруктах: яблука, черешні, кавуни, суниці, смородині і так далі; у меншій мірі у овочах та в меді

Лактоза – це молочний цукор – він знаходиться у молочних продуктах. У шлунково-кишковому тракті лактоза розщеплюється на глюкозу і галактозу. Потім галактоза, потрапивши в кров, перетворюється в печінці в глюкозу. Лактоза- це вуглевод, який знаходиться у молоці, сметані, сирі, йогурті та кефірі – тобто у молочці.

Рафінований цукор складається на 95% з сахарози. Тому саме включаючи споживання цукру існує ймовірність отримання надлишку лишніх вуглеводів, які, в свою чергу, стають лишніми калоріями. Сахарози є багато в буряку, дині, мандаринах, персиках. А також в в тістечках, тортах, печиві, тобто всю де у змісті є цукор – це все джерело сахарози.

Мальтоза – це солодовий цукор, тобто це цукор, який ми отримуємо з солоду, пива, меда, меляси. Якщо брати до порівняння рафінований цукор та мед, то мед хоча б складається на 80% з простих вуглеводів.

2. У тваринах складні вуглеводи накопичуються у вигляді глікогену, а от у рослинах- це крохмаль і целюлоза.

Крохмаль -це речовина, яка надходить на 80% з їжею складних вуглеводів. Основні джерела крохмалю у їжі є крупи, борошно, макарони будь-яких сортів, бобові культури, окрім сої, а також з овочів – це картопля та кукурудза. Особливості засвоєння крохмалю: розщеплення починається в роті за участю слини, потім процес перетравлення здійснюється поступово на протязі шлунково-кишкового тракту, поки не розпадуться до простих вуглеводів, які не будуть засвоєні організмом.

Глікоген – вуглевод тваринного походження. У невеликих кількостях він міститься в печінці та м’ясі. А також, глікоген, який зберігається в печінці відповідає за підтримання рівня глюкози в крові, коли ми не споживаємо їжу.

У тваринах складні вуглеводи накопичуються у вигляді глікогену, а от у рослинах- це крохмаль і целюлоза.

Крохмаль -це речовина, яка надходить на 80% з їжею складних вуглеводів. Основні джерела крохмалю у їжі є крупи, борошно, макарони будь-яких сортів, бобові культури, окрім сої, а також з овочів – це картопля та кукурудза. Особливості засвоєння крохмалю: розщеплення починається в роті за участю слини, потім процес перетравлення здійснюється поступово на протязі шлунково-кишкового тракту, поки не розпадуться до простих вуглеводів, які не будуть засвоєні організмом.

Глікоген – вуглевод тваринного походження. У невеликих кількостях він міститься в печінці та м’ясі. А також, глікоген, який зберігається в печінці відповідає за підтримання рівня глюкози в крові, коли ми не споживаємо їжу.

 Начало формы

**Тема № 6** Емульгування жиру

План:

1.Природа жиру

2.Число – витрата реагенту на реакцію з жиром

3.Віск

1. **Жири́** — велика група органічних сполук, які, з фізичного погляду, мають меншу від одиниці питому вагу і, як правило, розчинні в неполярних органічних розчинниках, як правило не розчиняються у воді, і під звичайним [тиском](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA) їх не можна перегнати, не розклавши.

В організмі людини основну частину жирів становлять [тригліцериди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BB%D1%96%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B8). Крім них жирами називають [фосфоліпіди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B8), [стероли](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8) (в тому числі [холестерол](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BB)).

Жири містяться майже в усіх частинах та органах рослин і тварин, проте розміщені вони нерівномірно. У рослинах найбільше жиру скупчено в насінні та в їхньому зародку, рідше у плодовій оболонці, що оточує ядро: пальмовий горіх, маслини.

У тілі тварин жир розподіляються нерівномірно, і головним чином накопичується в зашкірній клітковині, [тканинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29), що обволікають органи, які визначаються посиленою діяльністю: [серце](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5), [нирки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%B8) та ін.. В [кістковому мозку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BA) міститься до 90% жиру.

У клітинах рослин і тварин жир має вигляд дрібних краплинок, що утворюють разом з іншим вмістом клітин [емульсію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%96%D1%8F).

 Жири містяться у тваринних і рослинних організмах. Тому за походженням вони діляться на [*тваринні*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8_%D1%96_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97) і [*рослинні*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8_%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97), які в свою чергу підрозділяються на *тверді* і *рідкі*.

*Рідкі жири* інколи називають *жирною олією*, щоб диференціювати їх від мінеральних і ефірних олій.[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%B8#cite_note-%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA-3) Найчастіше, *рідкі жири* називають просто *олією*.

Тверді [жири тваринного походження](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8_%D1%96_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97) часто називають [*салом*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%BE_%28%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%29).[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%B8#cite_note-%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA-3)[[4]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%B8#cite_note-4) Деякі тверді [тваринні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8_%D1%96_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97) і [рослинні олії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8_%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97) називають *маслами*: коров'ячий [молочний жир](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B6%D0%B8%D1%80) і [жир бобів какао](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BE-%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F).[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%B8#cite_note-%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA-3) Жири тваринного походження мають при кімнатній температурі, як правило, тверду консистенцію, а [риб'ячий жир](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%27%D1%8F%D1%87%D0%B8%D0%B9_%D0%B6%D0%B8%D1%80) та більшість рослинних жирів — рідку. З рослинних жирів твердими є масло какао та пальмова олія.

Рідкі жири тваринного походження добуваються майже лише з морських тварин та [риб](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%B8), і їх підрозділяють в залежності від кількості в них [холестеролу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BB). Печінкова олія деяких риб вирізняється високим вмістом холестерину. *Трини* і *трани* витоплюються з усього тіла морських тварин. В тринах, на відміну від транів, міститься багато гліцеридів твердих жирних кислот. Рослинні жири бувають рідкими ([соняшникова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [бавовняна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [соєва](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%94%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [ріпакова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [кукурудзяна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F) олії і ін.) та твердими ([кокосова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [пальмова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F), [какао-олія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BE-%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F) тощо).

Звичайний жир складається з ліпідів, не жирових та азотовмісних речовин, вуглеводів та мінеральних елементів. Чистий жир являє собою [естером](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8) триатомного спирту [гліцерину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%96%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD) СН2ОН — СНОН — СН2ОН і різноманітних [жирних кислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8). Серед них можуть бути як:

* [насичені жирні кислоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), наприклад [пальмітинова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BC%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) С15Н31СООН і [стеаринова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) С17Н35СООН,

так і:

* [ненасичені жири](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8) (у тому разі з одним подвійним зв'язком — наприклад [олеїнова кислота](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) С17Н33СООН); з двома — [лінолева кислота](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) і з трьома подвійними зв'язками ([ліноленова кислота](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0)), а також з потрійним зв'язком, наприклад [тариринова кислота](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0&action=edit&redlink=1) С17Н31СООН), або навіть чотири (як у арахідонової кислоти) подвійні зв'язки між атомами вуглецю, — і трапляються лише в рослинних жирах і так званому риб'ячому жирі, в організмі людини не синтезуються, але потрібні для багатьох біохімічних процесів, і тому їх відносять до незамінних продуктів живлення. Суміш ненасичених жирних кислот називають вітаміном F[[5]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%B8#cite_note-%D0%93%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B7%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9-5).

Жирно-кислотний спектр жирів різноманітний. У рослинному й тваринному світі налічується близько 1300 видів жирів, але елементний склад їх відносно мало коливається й дорівнює в середньому,%:

2. Під час термоокиснення усі процеси окиснення відбуваються за подібним механізмом, але з більшою швидкістю. За умовами довготривалого нагрівання жири піддаються дуже глибоким хімічним змінам, особливо ті, що містять гліцериди із залишками ненасичених кислот. Вони не тільки окиснюються, але й полімеризуються, що призводить до збільшення густини і в’язкості. Полімеризація здійснюється як за місцем спряжених подвійних зв’язків, так і за місцем вільних радикалів. Термополімеризація жирів – міжмолекулярне і внутрішньомолекулярне «зшивання».

Природні і синтетичні антиокисники жирів— похідні фенолів. Бутилоксианізол, бутилокситолуол, додецилгалат. У харчовій промисловості склад і якість жирів і олій характеризуються за допомогою різних аналітичних «чисел», розуміючи під цим витрату певних реагентів на реакції з жиром. Найбільше значення мають числа: кислотне, омилення, йодне, пероксидне.

Кислотне число (КЧ), або коефіцієнт кислотності — це число міліграм калій гідроксиду (їдкого калію), необхідного для нейтралізації вільних кислот, що містяться в 1 г жиру, і виражається в мг КОН/г.

Кислотне число характеризує кількість вільних кислот, які містяться у жирі, і є показником свіжості жиру. Для деяких харчових продуктів і жирів кислотне число нормується стандартами і є одним з показників, які характеризують їх якість. Для різних сортів жиру кислотне число коливається в середньому від 0,4 до 6 мг КОН/г.

Число омилення (ЧО), або коефіцієнт омилення — це число міліграм калій гідроксиду, необхідного для омилення і нейтралізації вільних жирних кислот в 1г жиру або олії і виражається в мг КОН/г.

Число омилення визначає загальну кількість кислот, як вільних, так і зв’язаних у гліцеридах, і є характерною величиною для ідентифікації жиру. Число омилення яловичого жиру складає 190…198, вершкового масла — 210…250 мг КОН/г.

Йодне число (ЙЧ) — це число грам йоду, еквівалентного галогену, що приєднується за місцем подвійних зв’язків до 100 г. жиру, і виражається у відсотках йоду. Існує декілька методів визначення йодного числа.

Йодне число характеризує ступінь ненасиченості жиру, здатність його до окиснення, висихання, приєднання водню тощо.

Пероксидне число (ПЧ) — це число мілімоль активного Оксигену (1/2 О), що еквівалентно І2, який виділяється з калій йодиду в крижаній оцтовій кислоті пероксидами і гідропероксидами, які містяться в 1 кг жиру, і виражається в ммоль 1/2 О/кг. Пероксидне число характеризує вміст первинних продуктів окиснення, тобто пероксидів, у жирі.

3. Воски — це [естери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8) одноосновних жирних кислот і вищих одноатомних спиртів, наприклад, монтановий віск є естер монтанової кислоти С27Н55СООН і церилового спирту С26Н53ОН, головним компонентом бджолиного воску є естер пальмітинової кислоти С15Н31СООН і мірицинового спирту С30Н61ОН, китайського воску естер церотинової кислоти С25Н51СООН і церилового спирту С26Н53ОН, спермацету кашалота естер пальмітинової кислоти С15Н31СООН і цетилового спирту С16Н33ОН. Сьогодні відомо близько 300 видів твердих і рідких восків. Вони належать до дуже стійких складових частин рослин, хоча, як і жири, здатні піддаватися [гідролізу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7). Біологічне призначення восків — покривати найтоншим шаром стебла, листя й оболонки плодів наземних рослин, охороняючи їх від зовнішніх впливів. У нижчих рослинах воски зосереджені в оболонках клітин. У порівнянні з жирами воски багатші вуглецем (80-82 %) і воднем (13-14 %) і, отже, містять менше кисню (4-7 %).

Дуже близько до восків стоїть [кутин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BD_%28%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BA%29), який просочує зовнішній шар [епідермісу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%96%D1%81) листя і молодих бруньок, утворюючи кутикули, а також [суберин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD) — речовина коркової тканини в корі деяких рослин. З хімічної точки зору [кутин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%BD_%28%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BA%29) є різновидом восків, але утворений жирними кислотами з нижчою молекулярною масою. Утримується він у рослинах у невеликій кількості (до 3,5 %), головним чином у листі, шкірочці плодів і корових частин. Кутин і суберин дуже стійкі до дії гідролізуючих агентів і мікроорганізмів. Ще більшою стійкістю стосовно дії кисню, бактерій, мінеральних кислот, розчинів лугів і до нагрівання (до температури близько 200 °С) володіють близькі до восків, кутину й суберину високомолекулярні речовини — [споронін](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BD&action=edit&redlink=1) і [полленін](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%BD&action=edit&redlink=1), які утворюють оболонки спор та пилку.

**Тема № 7** Білки, їх амінокислотний склад

План

1.Білки

2. Класифікація амінокислот

## 3. Біологічна роль білків в організмі

4. Функції білків

1. **Білки**

Білки, протеїни(від грецького ргоіоз - перший, найважливіший) високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких побудовані з великої кількості залишків а-амінокислот.

До складу білків входять 20 а-амінокислот. Усі амінокислоти білків, за винятком гліцину, для якого не характерна оптична ізомерія, є L-стереоізомерами. Дотепер немає даних про наявність у білках D-амінокислот. Але D-форми амінокислот виділені із різних організмів (у тому числі і людини) у вільному стані або у складі пептидів. Вони входять до складу мукопептидів клітинних стінок ряду мікроорганізмів, є компонентами пептидних антибіотиків (граміцидину, актиноміцину).

**!** α-амінокислоти відрізняються одна від одної структурою і складом R-групи (бокового ланцюга), яка може мати різну будову:

## D:\img-R6LuSt.jpg

## Амінокислоти, що входять до cкладу білків(протеїногенні амінокислоти)



1. **Класифікація амінокислот**

1.за будовою радикала(моноамінокарбонові, моноамінодикарбонові, диаміномонокарбонові, циклічні, гетероциклічні тощо).

2.за біологічними або фізіологічними особливостями. За біологічними - амінокислоти поділяються на замінні та незамінні.

Незамінних амінокислот є вісім (валін, лейцин, ізолейцин, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін, триптофан).Вони не можуть

синтезуватися організмом людини і повинні поступати з їжею. Дві амінокислоти — аргінін і гістидин незамінні для дитячого

організму, у дорослих вони частково синтезуються.

3.за полярними та електрохімічними властивостями:

- неполярні або гідрофобні (Ала, Глі, Вал, Лей, Іле, Про, Фен, Трп);

- полярні амінокислоти:

Нейтральні - незаряджені(Асн, Сер, Тре, Тир, Глн, Цис, Мет)

Основні – заряджені позитивно (Ліз, Арг, Гіс)

Кислі– заряджені негативно(Асп, Глу)

Амінокислотний склад білків(% від загального білка)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Амінокислота | Казеїнмолока | Яєчнийальбумін | Колаген | Зеїнкукурудзи |
| ГліцинАланінВалінЛейцинІзолейцинСеринТреонінМетіонінЦистеїн +ЦистинЛізинАргінінТриптофанГістидинФенілаланінТирозинГлутаміновакислотаАспарагінова кислотаПролін | 2,03,27,29,26,16,34,92,80,38,24,11,23,15,06,322,47,110,6 | 3,16,77,19,27,08,24,02,51,96,35,71,22,47,73,716,59,33,6 | 27,29,53,45,6-3,42,30,804,58,600,72,51,011,36,315,1 | 09,81,925,0-1,002,40,901,60,20,87,65,931,31,89,0 |

## 3.Біологічна роль білків в організмі

*Білки*- важливий компонент як за значенням, так і за кількісним складом у тканинах та органах. Як правило, в рослинах (за винятком бобових культур) білка міститься менше, ніж в організмах тварин.

Вміст білка в тканинах тварин і рослинах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Органи та тканини тварин | Вміст білка(в % від маси) | Органи татканини рослин | Вміст білка(в % від маси) |
| М’язиПечінкаЛегеніНиркиМозок | 18-2318-1914-1516-177-9 | НасінняСтеблоЛистяКорінняПлоди | 10-131,5-3,01,2-3,00,5-3,00,3-1,0 |

Основним джерелом азоту, що засвоюється людиною, є амінокислоти білків їжі, тому білки незамінні в раціоні харчування.

Добова потреба в повноцінному білку складає 80-90 *г*(не менше 1 *г*на 1 *кг*маси тіла).

Вміст білків у харчових продуктах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Вміст білків, | Найменування | Вміст білків, |
| продукту | % | продукту | % |
| Сир | 22-29 | Соя | 33-40 |
| М'ясо | 14-20 | Горох | 23-30 |
| Риба | 13-18 | Пшениця. Жито | 12-16 |
| Яйця | 12-13 | Рис | 9-17 |
| Хліб | 6-8 | Картопля | 8-11 |
| Молоко | 3-4 | Борошно | 1,5-2,0 |
| Плоди свіжі | 0,5- 1,5 | пшеничне | 9,5-15 |
| Овочі свіжі | 1,0-4,8 |  |  |

**4.Функції білків**

**Каталітична** - Усі хімічні перетворення в живих організмах прискорюються і регулюються каталізаторами ферментами, які є простими чи складними білками.

**Транспортна** - Деякі білки крові є переносниками речовин через клітинні мембрани. Так, гемоглобін переносить кисень до тканин та органів, а двооксид вуглецю від органів та тканин до легенів. Альбуміни пере­носять ліпіди, вітаміни, іони металів, гормони.

**Регуляторна**- Більшість гормонів є білками, які забезпечують регуляторні функції

**Структурна**- Білки входять до складу всіх органів і тканин. Вони беруть участь в утворенні структурноі' основи клітин та їх органел – мембран.

**Захисна** - При попаданні в організм антигенів(бактерій, токсинів та інших сторонніх речовин) синтезуються специфічні білки - антитіла, які зв'язуються у комплекс "антиген-антитіло" і таким чином їх знешкоджують. Зсідання крові, що попереджає кровотечу, засноване на перетворенні білка крові фібриногену в фібрин. Внутрішні стінки стравоходу та шлунку вистелені захисним шаром слизових білків - муцинів.

**Механічна** - Білки міозин та актин забезпечують скорочення і розслаблення м'язів, інші - рух протоплазми у клітині.

**Енергетична** - При окисненні 1г білка утворюється 16,8кДж (4 ккал).

**Запасна**- В рослинах вміщуються запасні білки, які є цінними (резервна) харчовими речовинами. В організмах тварин м'язові білки є резервними харчовими речовинами, які мобілізуються при необхідності.

**Тема № 8** Амінокислоти і утворення меланоїдинів, їх значення в галузях харчової промисловості

План

1.Фізико-хімічні властивості

2. Окремі хімічні реакції, методи визначення і розділення

3. Добування та розділення

4. Незамінні амінокислоти

1. **Фізико-хімічні властивості**

Амінокислоти – похідні органічних кислот аліфатичного або ароматичного ряду і містять аміно- та карбоксильну групи (звідки походить й назва). Загальна формула:

H2 COOH⎯ CH ⎯N

R

Вони відрізняються між собою природою радикала (R). До складу більшості білків входять 20 амінокислот, 10 з яких найбільш розповсюджені.

 Це безбарвні кристалічні речовини, які добре розчиняються у воді, різні на смак; tплавлення200> о-амінокислотами. Можливість оптичної ізомерії є наслідком наявності 4 різних замісників біля вуглецевого атому:α-вуглецевого атому, тому є αС, деякі при нагріванні розкладаються (фенілаланін, тирозин, цистеїн і інш.). Всі містять аміногрупу біля

R1

⏐

R4  R⎯ C ⎯2

⏐

R3

-вуглецевого атому вони поділяються на Д та L-ізомери. Це стереоізомерія, для якої є „ключ” – гліцериновий альдегід:αАмінокислоти є оптично-активними сполуками, це проявляється у тому, що вони обертають кут плоскополяризованого світла вліво або вправо. В залежності від просторової конфігурації замісників біля

COH COH

⏐ ⏐

 C⎯H \*  C⎯ OH ОН ⎯\*  H⎯

⏐ ⏐

CH2OH CH2OH

D-ізомер L-ізомер

У відповідності до цього:

СOOH СOOH

⏐ ⏐

 NH⎯ C ⎯H 2 H2 H⎯ C ⎯N

⏐ ⏐

R (D-амінокислота) R (L-амінокислота)

В білках рослинного і тваринного походження переважають амінокислоти L-ряду.

Амінокислоти – амфотерні сполуки, які містять 2 функціональні групи: карбоксильну і амінну. Згідно хімічної теорії: кислоти – донори Н+, луги – акцептори Н+. Тому у водних розчинах амінокислот утворюється нейтральна сполука – внутрішня сіль амінокислоти (це стосується моноаміномонокарбонових кислот), внаслідок внутрішньомолекулярної взаємодії:

H2 COOH H⎯ CH ⎯N 3N+  COO⎯ CH ⎯-

⏐ ↔ ⏐

R R (цвіттеріон = біполярний іон)

В водних розчинах амінокислоти виявляють властивості амфотерних електролітів (амфолітів):

H3N+  COO⎯ CH ⎯- H3N+  COOH⎯ CH ⎯

 + H⏐+ ⏐ ↔

R R

H3N+  COO⎯ CH ⎯- H2 COO⎯ CH ⎯N -

 + OH⏐-  + Н⏐ ↔2О

R R

Значення рН середовища, при якому сумарний заряд амінокислоти становить „0” – ізоелектрична точка. В цій точці кислота електронейтральна і не рухається в електричному полі. Вона залежить від кількості груп здатних до іонізації. Слід зазначити, що ступінь іонізації карбоксильних груп дещо вище, ніж аміногруп, тому для моноаміномокарбонових кислот ізоелектрична точка спостерігається при рН близьких до 5-6.

**2.Окремі хімічні реакції, методи визначення і розділення**

Амінокислоти здатні реагувати по обом функціональним групам, а також мають і специфічні властивості:

- взаємодія аміногрупи з азотистою кислотою (на цій реакції грунтується метод кількісного визначення амінокислот по Д.Ван-Сляйку):

 COOH⎯ CH ⎯ COOH R ⎯ CH ⎯R

 + HNO⏐2  + N⏐ →2 + H↑2O

H2N OH (оксикислота)

- реакція аміногрупи з формальдегідом (лежить в основі методу формольного титрування або кількісного визначення амінокислот по С.П.Сьоренсену):

 NH⎯ CH ⎯HOOC 2  N = CH⎯ CH ⎯HOOC 2

 + H⏐ → + HCOH ⏐2O

R R (метиленове похідне)

- взаємодія зі спиртами з утворенням складних ефірів (використовується для розділення і визначення амінокислот шляхом фракційної перегонки їх ефірів в вакуумі):

H2 COOH H⎯ CH ⎯N 2 COOC⎯ CH ⎯N 2H5

 + С⏐2H5  + H⏐ →OH 2O

R R (складний ефір)

- відповідний амінокислоті альдегід та СО>-амінокислот з нінгідрином вони зазнають окисного дезамінування і декарбоксилювання, а нінгідрин відновлюється і формує димери, внаслідок чого утворюється сполука синьо-фіолетового кольору (рНα- реакція з нінгідрином; при нагріванні 2; колір утворюваних сполук залежить від рН та природи амінокислоти, в присутності органічних розчинників утворюються сполуки, які мають червоний, жовтий, голубий колір тощо (реакція використовується для лабораторного визначення амінокислот та в автоматичних аналізаторах).

Велике значення в багатьох галузях харчової промисловості має взаємодія амінокислот з відновлюючими цукрами (їх карбонільною групою). При цьому розкладається як амінокислота, так і цукор. З амінокислоти утворюється відповідний альдегід, аміак і СО2, а з цукру – фурфурол або оксиметилфурфурол:

H2 COOH CH⎯ CH ⎯N 3  CH⎯ CH ⎯2  COH⎯

 + NH⏐ → + цукор (ксилоза) ⏐3 + CO↑2 + фурфурол↑

СH2CH3

 (ізовалеріановий альдегід)⏐

 CH⎯CH 3

⏐

CH3

Альдегіди мають специфічний запах, від якого великою мірою залежить аромат харчових продуктів. Фурфурол (оксиметилфурфурол) утворює з амінокислотами темнозабарвлені продукти – *меланоїдини*. Ці процеси відбуваються при зберіганні, сушці плодів і овочів, термічній обробці м’яса, виготовленні кондитерських виробів.

**3.Добування та розділення**

Амінокислоти добувають гідролізом білків (лужний, кислотний, ферментативний), хімічним синтезом та мікробіологічними методами. Зокрема, внаслідок кислотного гідролізу утворюється суміш амінокислот, які можна розділити кількома методами:

*Хроматографічним* (іонообмінна хроматографія на смолах, тонкошарова на папері і інш.). В основі методу розділення лежать кислотно-основні властивості амінокислот (заряд) та їх сорбційна здатність. Наприклад, при тонкошаровій хроматографії амінокислоти в залежності від їх заряду і сорбційної здатності з різною швидкістю рухаються разом з розчинником по хроматографічному паперу від лінії старту.

*Електрофорез*. В основі методу також лежать кислотно-основні властивості амінокислот (заряд при різному значенні рН). При електрофорезі на папері наносять на змочений буфером фільтрувальний папер пляму суміші амінокислот, розділення відбувається у постійному електричному струмі з високою напругою. Амінокислоти, які при даному рН електронейтральні, залишаються на своєму місці, інші, в залежності від заряду, мігрують до катоду/аноду.

В сучасній промисловості для добування окремих амінокислот широко застосовують мікробіологічний метод. Наприклад, лізин добувають, використовуючі штами Micrococcus, як поживне середовище використовують малясу, кукурудзяний екстракт, білкові гідролізати, як джерело азоту – солі амонію і сечовину. Триптофан добувають за участю мутантів E.coli.

**4.Незамінні амінокислоти**

В організмі не синтезуються, обов’язково повинні до нього надходити з їжею. Це 8 амінокислот: валін, лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін, лізин, фенілаланін, триптофан. Напівзамінні амінокислоти утворюються в недостатній кількості, а замінні повністю синтезуються з інших сполук. Метіонін, лізин і триптофан входить до складу кормових концентратів, які підвищують якість відгодівлі сільськогосподарських тварин. Вони поліпшують засвоєння білку, збільшують нагромадження азоту, стимулюють ріст і розвиток молодих тварин. Метіонін використовують при захворюваннях печінки, недокрів’ї, опіках. Триптофан – для лікування пелагри, психічних хвороб.

**Тема № 9** Будова і властивості нуклеїнових кислот

План

1. Нуклеїнові кислоти

2. Нуклеотиди

3. Будова та властивості молекули РНК

4. Будова та властивості молекули ДНК

**1.Нуклеїнові кислоти**

Порівняно з білками, вуглеводами та ліпідами нуклеїнових кислот у клітині дуже мало, але їхнє значення настільки велике, що можна сказати: без нуклеїнових кислот життя не можливе.

Нуклеїнові кислоти — це інформаційний банк, у якому знаходяться усі відомості про склад, розвиток і функціонування живих систем. У них не тільки зберігається спадковий матеріал, він активно реалізується під час процесів синтезу, розвитку організму, поділу клітин та розмноження.

Уперше нуклеїнові кислоти виділив і описав швейцарський біохімік Фрідріх Мішер, який у 1869 р. вилучив із ядер клітин специфічну речовину і назвав її «нуклеїном» (від лат. *nucleus* — ядро). Дослідження нуклеїнових кислот триває й досі.

Нуклеїнові кислоти — складні високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

Число нуклеотидів у складі однієї молекули нуклеїнової кислоти може сягати 200 млн.

Вони можуть існувати вільно і у складі полімерів — молекул ДНК (дезоксирибонкулеїнової кислоти) і РНК (рибонуклеїнової кислоти).

**2. Нуклеотиди**

Молекула нуклеотиду складається з трьох компонентів: залишків нітратної основи, п’ятивуглецевого моносахариду (пентози) та ортофосфатної кислоти.



Загальна формула нуклеотиду:
*а* — ортофосфатна кислота, *б* — п’ятивуглецевий моносахарид (пентоза), *в* — нітратна основа

Залежно від виду пентози, що входить до складу нуклеотиду, розрізняють два типи нуклеотидів: рибонуклеотиди, що мають пенотозу ***рибозу***, і дезоксирибонуклеотиди, що мають пентозу ***дезоксирибозу***. Рибонуклеотиди утворюють полімерні нуклеїнові кислоти РНК, а дезоксирибонуклеотиди — ДНК.



Нуклеотиди можуть відрізнятися не тільки за видом пентози, а і за залишками нітратних основ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва залишку нітратної основи | Позначення для відповідних нуклеотидів | Структурна формула нітратної (азотистої) основи |
| Пуринові |
| Аденін | А | http://www.znanius.com/uploads/etbook/biology10/lessons/c65l25/tabl_2_2_1.png |
| Гуанін | Г | http://www.znanius.com/uploads/etbook/biology10/lessons/c65l25/tabl_2_2_2.png |
| Піримідинові |
| Цитозин | Ц | http://www.znanius.com/uploads/etbook/biology10/lessons/c65l25/tabl_2_2_3.png |
| Тимін | Т | http://www.znanius.com/uploads/etbook/biology10/lessons/c65l25/tabl_2_2_4.png |
| Урацил | У | http://www.znanius.com/uploads/etbook/biology10/lessons/c65l25/tabl_2_2_5.png |

Нуклеотиди з аденіном, гуаніном і цитозіном входять до складу як ДНК, так і РНК. Проте тимін міститься лише в нуклеотидах ДНК, а урацил — в РНК.

**3. Будова та властивості молекули РНК**

Молекула РНК — це нерозгалужений ланцюг залишків нуклеотидів, які з’єднані один з одним послідовно ковалентним полярним зв’язком. Цей зв’язок утворюється між залишком пентози одного нуклеотиду і залишком ортофосфатної кислоти іншого нуклеотиду.



Схематична будова фрагменту РНК

РНК зустрічається в усіх живих організмах: вірусах, прокаріотах та еукаріотах. Існують декілька видів РНК, розглянемо їхню будову, функції та місцезнаходження у клітині.

***Інформаційна*** (або ***матрична) РНК*** (коротке позначення ***іРНК***, або ***мРНК***) може знаходитись у цитоплазмі, ядрі, мітохондріях, хлоропластах, утворювати з рибосомами комплекс *полісому*. Основні функції іРНК — перенесення генетичної інформації від основного джерела (як правило, від ДНК) до місця синтезу білка та безпосередня участь у синтезі білкових молекул.

***Транспортна РНК (тРНК)*** міститься в цитоплазмі, мітохондріях і пластидах, має найменші розміри серед усіх молекул РНК (складається з 70—90 нуклеотидів). Основна функція тРНК — переносити амінокислоти до рибосом, на яких відбувається синтез білкових молекул. Кожен вид тРНК високо специфічний, тобто переносить тільки конкретну амінокислоту. Хоча до складу білка входить 20 амінокислот, існує 60 видів тРНК (декілька видів тРНК можуть переносити один вид амінокислот).

Транспортна РНК має *вторинну структуру*, що підтримується водневими зв’язками і формою нагадує листок конюшини. Біля верхівки «листка» містяться три нуклеотиди, які відповідають певній амінокислоті за генетичним кодом. Вони називаються *антикодоном*. А з протилежного боку, біля основи молекули тРНК, є ділянка, до якої приєднується амінокислота.

***Рибосомна РНК (рРНК)*** є найбільшою (3—5 тис. нуклеотидів), вона є складовою рибосом і разом з білками забезпечує певне розташування іРНК і тРНК під час синтезу білкової молекули.

**4. Будова та властивості молекули ДНК**

ДНК у еукаріотів міститься в ядрі, пластидах і мітохондріях клітин, а у прокаріотів, які не мають оформленого ядра, — входить до складу *нуклеоїду*.

Розшифрування структури нуклеїнових кислот та розуміння їхнього значення для спадкової передачі ознак та властивостей організмів стало значною подією, яка відкрила нові горизонти у розумінні сутності життя і була відзначена Нобелівською премією 1962 року. Її отримали англійський фізик Ф. Крік і американський біохімік Дж. Уотсон.

ДНК подібна до РНК, але має більш складну будову. Вона складається з двох ланцюгів, кожен з яких принципово схожий на ланцюг РНК, з’єднаних між собою водневими зв’язками. Кожен нуклеотид одного ланцюга має водневі зв’язки з нуклеотидом другого ланцюга. Ці зв’язки виникають між азотистими основами нуклеотидів точно за правилом — залишок аденіну нуклеотиду одного ланцюга сполучається із залишком тиміну нуклеотиду іншого ланцюга, утворюючи три зв’язки, а залишок гуаніну — із залишком цитозину, утворюючи два зв’язки:



Така закономірність називається *принципом, або правилом, комплементарності*.

*Принцип комплементарності — це закономірність розташування нуклеотидів у ДНК або під час синтезу РНК, згідно з якою гуаніну одного ланцюга завжди відповідає цитозин другого ланцюга, а аденіну одного ланцюга — тимін другого ланцюга ДНК або урацил РНК.* Завдяки здатності утворювати водневі зв’язки аденіну з тиміном (урацилом), а гуаніну — з цитозином, нуклеотиди наче «доповнюють» один одного.

Отже, знаючи послідовність нуклеотидів одного ланцюга ДНК, можна абсолютно точно визначити таку для другого ланцюга.

Таким чином, ***первинна структура ДНК*** — це певна послідовність нуклеотидів у двох ланцюгах. Причому, залишки пентози і ортофосфатної кислоти розташовані на периферії двох ланцюгів, а нітратні основи — усередині. Ланцюги прошиті водневими зв’язками і відповідають один одному згідно з правилом комплементарності. Водневі зв’язки слабкі, але у молекулі ДНК їх так багато, що комплементарні ланцюги зазвичай самостійно не розділяються. Молекула ДНК у первинній структурі не може існувати, тільки її фрагменти.

***Вторинна структура ДНК*** — це правогвинтова подвійна спіраль, утворена двома ланцюгами ДНК, які, обвиваючи один одного, закручуються вправо. Діаметр спіралі близько 2 нм, крок — 3,4 нм, у кожному витку розташовано по 10 пар залишків основ.

***Третинна спіраль, або суперспіраль\**** — це компактна щільна структура, яка утворюється завдяки подальшій спіралізації вторинної структури. Вона існує завдяки взаємодії ДНК і спеціальних білків у хромосомах еукаріотів.

***Властивості ДНК***

Структура ДНК має дуже важливе значення, але в результаті дії певних факторів (висока температура, рентгенівське, жорстке ультрафіолетове або інфрачервоне опромінення, солі важких металів тощо) може порушуватися третинна або вторинна структура (***денатурація***). У разі припинення дії шкідливого фактору структура і функції ДНК можуть відновлюватися (***ренатурація***).

Якщо зміни незворотні, молекула разом з інформацією, яку вона містить, припиняє існування. Цей процес називається ***деструкцією***.

Шкідливі фактори можуть викликати зміни у певній ділянці ДНК, що може викликати зміни структури і функцій організму. Цьому протидіє ***репарація*** (від лат. *репаратіон* — відновлення) — відновлення структури нуклеїнової кислоти. За участі специфічних ферментів ушкоджені «неправильні» ділянки ДНК вирізаються і замінюються на «правильні», які синтезуються з вільних нуклеотидів.

Особливо важливою властивістю ДНК, зважаючи на її біологічні функції, є здатність до *реплікації*, або *самоподвоєння*.

***Реплікація ДНК*** — це складний ферментативний процес утворення з однієї материнської ДНК двох дочірніх ДНК, які за кількісним і якісним складом ідентичні одна одній і вихідній материнській. Завдяки реплікації кожна дочірня клітина після поділу отримує такі самі молекули ДНК, які мала материнська клітина.

Реплікація є важливою ланкою у процесі підготовки клітини до поділу і відбувається у ядрі клітині за таким алгоритмом:

1. ДНК розплітається, водневі зв’язки між ланцюгами розшиваються.
2. На кожному з двох материнських ланцюгів за принципом комплементарності синтезуються два нових дочірніх.
3. Таким чином, з однієї материнської ДНК утворюються дві дочірні ідентичні ДНК.

Процес реплікації ДНК називають *матричним синтезом*, бо синтез відбувається за правилом *комплементарності*, тому дочірній ланцюг утворюється не копіюванням, а за принципом відбитка з матриці.

Процес реплікації називають *напівконсервативним*, бо новоутворені дочірні ДНК мають один ланцюг новосинтезований, а другий — незмінений, материнський. Процес реплікації забезпечує точну передачу спадкової інформації від материнської молекули ДНК дочірнім.

Однією з властивостей ДНК є здатність до ***транскрипції*** — (від лат. *transcriptio* — переписування) — складного ферментативного процесу синтезу РНК на матриці ДНК.

Транскрипція відбувається за таким алгоритмом:

1. Фрагмент ДНК, що відповідає одному гену, розплітається, водневі зв’язки між ланцюгами розшиваються.
2. На одному з ланцюгів із вільних нуклеотидів синтезується молекула РНК за принципом комплементарності (аденіну комплементарний урацил).
3. Після закінчення синтезу водневі зв’язки руйнуються і новоутворена РНК залишає ланцюг ДНК, що був для неї матрицею.
4. Якщо є потреба у таких РНК ще, синтез продовжується, якщо ні — зв’язки між двома ланцюгами фрагменту ДНК відновлюються.

**Тема № 10** Органічні кислоти рослин

План

1.Будова та властивості

2.Поширення в природі, значення

**1.Будова та властивості**

Органічні кислоти досить поширені в рослинному та тваринному світі, звідки можуть бути виділені.

Разом з тим, відомо досить багато синтетичних методів добування монокарбонових кислот, які використовують як у промислових масштабах, так і в лабораторних умовах.

*1. Окиснення спиртів і альдегідів:*



*2. Окиснення насичених вуглеводнів:*



*3. Карбонілювання етиленових вуглеводнів (Оксосинтез):*



*4. Карбоксилювання реактивів Гріньяра:*

 

*5. Гідроліз нітрилів:*



*6. Окиснення гомологів бензену:*



*7. Гідроліз жирів (див*. тему жири).

**Фізичні властивості**

Мурашина, оцтова, пропіонова кислоти – безбарвні речовини з гострим подразливим запахом, які змішуються з водою в будь яких співвідношеннях.

Кислоти з кількістю атомів Карбону від С4 до С6 – маслянисті рідини з неприємним запахом (запах згірклого масла), розчинність яких зменшується у воді в міру збільшення їх молекулярної маси. Вищі карбонові кислоти починаючи з С10 – тверді малолеткі парафіноподібні речовини, без запаху, не розчинні у воді, але розчинні в органічних розчинниках.

**Хімічні властивості**

Карбоксильна група  являє собою поєднання карбонільної  та гідроксильної —ОН груп. Ці групи взаємно впливають одна на одну. Цей вплив виявляється в мезомерному ефекті, в результаті якого *p*-електрони атома Оксигену гідроксилу зміщені до атома Оксигену карбонілу (+М–ефект.)



Таке зміщення електронів у карбоксильній групі приводить до збільшення полярності зв’язку О–Н і відповідно до його послаблення, а також до зменшення часткового заряду *δ+*на карбоксильному атомі Карбону. В результаті атом Гідрогену в групі гідроксилу ОН стає значно активнішим, ніж в групі спиртів і може відщеплюватися у вигляді протона Н+. Тому карбонові кислоти, на відміну від спиртів, дисоціюють у водних розчинах.

Хімічні властивості карбонових кислот зумовлені перш за все наявністю в їх молекулах карбоксильної групи.

**Кислотні властивості***(реакції з розривом зв’язку*О–|–Н*)*

*1. Дисоціація кислот:*



Порівняно з мінеральними кислотами (HCl, HBr, HІ, H2SO4, HNO3, H3PO4) органічні кислоти набагато слабші, але сильніші від вугільної кислоти. Найсильніша карбонова кислота – мурашина.

*2. Утворення солей.*

Карбонові кислоти при взаємодії з активними металами, основами, основними оксидами утворюють солі:



**Основні властивості***(реакції з розривом зв’язку*С–/–ОН*).*

*1. Утворення галогенангідридів кислот:*



*2. Утворення ангідридів кислот:*





*3. Утворення амідів кислот:*



*4. Утворення естерів кислот (реакція естерифікації):*



*Реакції з участю α-водневого атому.*

Карбоксильна група є електрофільною і виявляє негативний індуктивний ефект (-І-ефект), під впливом якого електронна густина на α- атомі Карбону алкільного залишку зменшується.



Внаслідок цього зв'язок даного атому Карбону з атомами Гідрогену слабшає, тим самим підвищується активність α-водневих атомів, які стають рухливими і можуть брати участь у реакціях заміщення.



**Окремі представники**

*Мурашина кислота –* була добута з червоних лісових мурашок. Солі мурашиної кислоти *– форміати.*

Мурашина кислота застосовується в промисловому органічному синтезі, у текстильній промисловості, при дублені шкіри, у харчовому виробництві для консервування соків.

*Оцтова кислота*відома з глибокої давнини у вигляді оцту, який утворюється при оцтовокислому бродінні спиртових напоїв. Оцтова кислота і її солі широко застосовуються в різних галузях народного господарства, харчовій і хімічній промисловості.

Солі оцтової кислоти називають – *ацетатами.*

*Пальмітинова* кислота С15Н31СООН.

*Стеаринова* кислота С17Н35СООН.

Ці кислоти входять до складу більшості жирів.

Пальмітинова кислота є складовою частиною бджолиного воску. Калієві та натрієві солі цих кислот є *милами.* Суміш пальмітинової і стеаринової кислоти називають *стеарином* і використовують для виготовлення свічок.

**Дикарбонові кислоти**

*Дикарбоновими кислотами* називають органічні сполуки, молекули яких містять дві карбоксильні групи. Розрізняють насичені і ненасичені дикарбонові кислоти. Склад насичених дикарбонових кислот можна зобразити загальною формулою СnН2n(СООН)2.

Дикарбонові кислоти називають переважно за *історичною номенклатурою,* яка пов’язана головним чином з першим джерелом добування або виділення дикарбонової кислоти.

За *систематичною номенклатурою* ці кислоти називають так: до назви відповідного насиченого вуглеводню з такою самою кількістю атомів Карбону, як і в головному ланцюгу дикарбонової кислоти, додають закінчення – -*діова* і слова *кислота*.

Всі карбонові кислоти, крім щавлевої і малинової, мають ізомери з розгалуженим карбоновим ланцюгом.

**2. Поширення в природі, значення**

Харчові кислоти – це група речовин органічної і неорганічної природи, різноманітна за своїми властивостями.

Назви і формули деяких кислот, що найбільш часто зустрічаються в харчових продуктах наведені в таблиці 9.1.

Основна функція харчових кислот, що входять до складу їжі, пов’язана з участю у процесах травлення.

До таких функцій органічних кислот належать:

– активація перистальтики кишечника;

– стимулювання секреції травних соків;

– вплив на формування певного складу мікрофлори шляхом зниження рН середовища;

– гальмування розвитку гнилісних процесів в товстому кишківнику.

Органічні кислоти сприятливо впливають на процес травлення. Вони знижують рН середовища, сприяючи створенню певного складу мікрофлори, активно беруть участь в енергетичному обміні речовин (цикл Кребса), стимулюють соковиділення в шлунково-кишковому тракті, покращують травлення, активізують перистальтику кишечника, сприяючи зниженню  ризику розвитку багатьох шлунково-кишкових й інших захворювань, забезпечуючи щоденний стул нормальної структури, гальмують розвиток гнилісних процесів в товстому кишечнику.

Призначення органічних кислот в харчуванні визначається також і їх енергетичною цінністю: яблучна кислота – 2,4 ккал/г, лимонна – 2,5 ккал/г, молочна – 3,6 ккал/г, а також активною участю в обміні речовин. Як правило, органічні кислоти не викликають додаткового кислотного навантаження в організмі, так як окиснюються з великою швидкістю.

Для різних органічних кислот з’ясовані і деякі інші ефекти впливу.

Окремі харчові кислоти, наприклад *лимонна*, попереджує утворення в організмі канцерогенних нітрозамінів, сприяє зниженню ризику виникнення і розвитку онкологічної патології. Лимонна кислота (відповідно, цитрат) сприяє також засвоєнню кальцію, чинить активуючу й інгібувальну дію на деякі ферменти.

*Бензойна і саліцилова кислоти*(квіток ромашки, таволги, кори верби, чорної і червоної смородини) мають антисептичні властивості. Похідні кавової й інших оксикоричних кислот, що містяться в листках подорожника і мати-й-мачухи, пагонах артишоку й інших рослинах, мають жовчогінну і протизапальну дію. Уронові кислоти й їх похідні (пектини), що містяться в м’якоті плодів і ягід (яблук, айви, груш, абрикос, аґрусу, малини, вишні, персика та ін.), мають детоксикаційні властивості і сприяють виведенню важких металів, холестерину організму людини.

*Галова кислота* міститься в листі чаю й інших рослинах, її похідні (пропілгалати та ін.) мають противірусну дію, а також використовуються як антиоксиданти в харчовій промисловості.

*Винна кислота (солі якої – тартрати)*, що у великих кількостях міститься в капусті, стримує перетворення вуглеводів на жири, запобігаючи тим самим ожирінню, атеросклерозу.

*Щавлева кисло*та здатна у вигляді кальцієвої солі (оксалат кальцію) відкладатися в суглобах або формувати камені в сечовивідних шляхах. Тому зловживати рослинами, що містять високу кількість цієї органічної кислоти, не варто. Багато щавлевої кислоти міститься не лише в щавлі і шпинаті, але і в незрілому аґрусі, листках кропиви.

*Таблиця –  9.1 Назви і формули основних харчових кислот*



**Тема № 11** Якісні реакції на водорозчинні вітаміни (В2, В6, С, РР).

План

1.Вітаміни як низькомолекулярні органічні сполуки

2.Загальна характеристика водорозчинних вітамінів

3. Методи аналізу водорозчинних вітамінів

**1.Вітаміни як низькомолекулярні органічні сполуки**

Історія відкриття вітамінів пов'язана з вивченням ролі різних нутрієнтів в життєдіяльності організму. Російський вчений М.І.Лунін вперше (1880) звернув увагу на те, що крім білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей і води, тварині необхідні особливі компоненти харчування, без яких вони можуть захворіти та загинути. Пізніше (1912) польський дослідник К. Функ виділив з рисових висівок речовину, що попереджує розвиток захворювання бері-бері, і назвав її вітаміном. З тих пір термін «вітаміни» став популярним, хоча в структуру багатьох з них аміногрупа не входить.

Вітаміни - це низькомолекулярні органічні сполуки, які необхідні в невеликих кількостях для нормальної життєдіяльності та синтез яких у організмі даного виду відсутній або обмежений.

Загальнобіологічні властивості вітамінів: в організмі людини вітаміни не синтезуються або синтезуються недостатньо, тому вони є незамінними факторами харчування; вітаміни не можуть бути для організму ні пластичним матеріалом, ні джерелом енергії; вітаміни проявляють свою біологічну активність в дуже малих дозах (мкг, мг) і вкрай необхідні для всіх життєвих процесів; недостатнє надходження в організм або порушення засвоєння окремих вітамінів спричиняє розвиток патологічних станів у вигляді специфічних гіпо- й авітімінозів; У підвищених дозах вітаміни можуть використовуватись з лікувальною метою як потужні неспецифічні фармакологічні засоби.

За фізико-хімічними властивостями вітаміни поділяться на дві групи: водорозчинні (вітаміни групи В, вітаміни С і Р) жиророзчинні (вітаміни А, Е, D, К).

**2. Загальна характеристика водорозчинних вітамінів**

**Вітамін В1 (тіамін, антиневритний)**

Будова і фізико-хімічні властивості. Молекула тіаміну складається з двох компонентів - похідного піримідину (2-метил-5-гідроксиметил-6-амінопіримідину) і похідного тіазолу (4-метил-5-гідроксіетилтіазолу):

Хімічно чистий препарат вітаміну В1 - це безбарвні кристали з запахом дріжджів, добре розчинні у воді (в 1 мл води розчиняється 1 г вітаміну) і погано розчинні в жирових розчинниках.

При введенні в організм тіамін за участю АТФ фосфорилюється і перетворюється на тіамінпірофосфат (кокарбоксилазу). Каталізує реакцію фермент фосфотрансфераза.

Тіамін в організмі перебуває як у вільному, так і в зв'язаному стані, однак високу біологічну активність має лише тіамінпірофосфат. Він нагромаджується в м'язах, печінці, нирках, мозку, але в організмі не депонується.

Тіамін добре зберігається в кислому середовищі і витримує нагрівання до високої температури. У лужному середовищі, наприклад при випічці тіста з додаванням соди або карбонату амонія, він швидко руйнується. Структурна формула катіону тіаміну представлена на рисунку.

Вітамін присутній в різних органах і тканинах як у формі вільного тіаміну, так і у формі його фосфорних ефірів: тіамінмонофосфат(ТМФ), тіаміндифосфата (ТДФ, синоніми: тіамінпірофосфат, ТПФ, кокарбоксилаза) і тіамінтрифосфата(ТТФ).

Гіповітаміноз. Недостатність в їжі тіаміну призводить до значного накопичення піровиноградної і б-кетоглутарової кислот і патологічних змін в нервовій, серцево-судинній та травній системах, супроводжуючись загальним виснаженням організму.

Хвороба бері-бері виникає при значному дефіциті тіаміну і характеризується вкрай важким перебігом. На це захворювання часто страждали в'язні, раціон яких складався в основному з очищеного рису. Прояви недостатності тіаміну можна спостерігати до цих пір в тих країнах, де основу харчування складає полірований рис, в якому відсутній цей вітамін.

Недостатність вітаміну В1 може відмічатись у людей з хронічним алкоголізмом та проявлятись енцефалопатією (синдром Верніке).

Гіпервітаміноз не описаний.

Харчові джерела. Продукти рослинного (хліб грубого помолу, крупи, горох, квасоля) та тваринного походження (м'ясо, печінка, нирки). Добова потреба в тіаміні: 1,1 -1,5 мг.

**Вітамін В2 (рибофлавін, вітамін росту)**

Рибофлавін вперше був виділений з кисломолочної сироватки. Штучно синтезований

Р. Куном в 1935 р. В основі вітаміну В2лежить ізоаллоксазинове кільце та спирт рибітол. Відрізняється від інших вітамінів жовтим кольором (flavus- жовтий).

У хімічному відношенні рибофлавін є 6,7-диметил-9-(D-1-рибітол)-ізоалоксазином:

Вітамінні властивості має не вільна, а фосфорильована форма вітаміну В2. Фосфорилювання рибофлавіну здійснюється в печінці, м'язах, нирках та деяких інших органах і тканинах.

Під впливом специфічних ферментів фосфорильована форма вітаміну В2 перетворюється на моно- і динуклеотиди (ФМН і ФАД), які при сполученні з білками виконують важливу роль у метаболічних процесах організму. Тепер виділено велике число ферментів, які у вигляді кофактора містять ФАД, рідше ФМН.

Коферментними формами вітаміну В2є ФМН (флавінмононуклеотид) і ФАД (флавінаденіндинуклеотид), які відносяться до коферментів І групи.

Гіповітаміноз. До специфічних проявів недостатності рибофлавіну відносяться запальні процеси в слизових оболонках. Слизова оболонка губ і порожнини рота стає сухою, з'являються тріщини, язик яскраво-червоного кольору. Відмічається підвищене злущення епітелію шкіри, особливо на обличчі. Кон'юнктива ока втрачає блиск із-за сухості. Рогівка проростає судинами (компенсаторна реакція на недостатність дихальної функції рогівки), а потім мутніє.

Харчові джерела. Основними джерелами рибофлавіну є печінка, нирки, жовток курячого яйця, творог. В кислому молоцівітаміну міститься більше, ніж у свіжому. В рослинних продуктах вітаміну В2мало (виключення- мигдальні горіхи). Добова потреба: 1-3 мг.

**Вітамін В3 (пантотенова кислота, антидерматитний)**

Вітамін В3 поширений в природі, тому і назва його - пантотенова кислота (від грец. pantоten-усюди). Складається із залишків бутирилу та в-аланіну.

В хімічному відношенні пантотенова кислота є похідним b-аланіну, який через аміногрупу сполучений з гідроксимонокарбоновою кислотою і є a,g-дигідрокси-b,b'-диметилбутирил-bаланіном.

У складі коферменту А (КоА-SH) пантотенова кислота входить до складу ферментів, які каталізують реакції ацетилювання і переацетилювання, синтез і розщеплення жирів, багато реакцій три карбонового циклу, синтез стероїдів, гемоглобіну, ацетилхоліну. Ацетил-КоА бере участь у синтезі окремих амінокислот, холіну, гістаміну та деяких інших важливих для організму речовин.

Гіповітаміноз. При недостатності виникають дерматити (випадіння волос, зупинка росту, ураження слизової оболонки, неврити, ураження наднирників). Вторинна недостатність вітаміну розвивається при багатьох хронічних захворюваннях, тривалому застосуванні діуретиків і алкоголізмі.

Джерела: продукти тваринного (печінка, м'ясо, яєчний жовток) та рослинного (дріжджі, зелені частини рослин) походження. Частково синтезується нормальною мікрофлорою кишківника. Добова потреба: 3 - 5 мг.

**Вітамін РР (вітамін В5, нікотинова кислота, нікотинамід, ніацин, антипелагричний)**

Вітамін РР був виділений К. Евельгеймом в 1937г.,

Нікотинова кислота і нікотинамід в організмі легко перетворюються одна в одну і тому володіють однаковою вітамінною активністю. Провітаміном вітаміну В5 є амінокислота триптофан.

Коферментними формами вітаміну В5 є НАД (нікотинамідаденіндинуклеотид) і НAДФ (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат), що відносяться до коферментів І групи.

Гіповітаміноз. Характерною ознакою недостатності ніацину є симптомокомплекс“три Д”: дерматит, діарея, деменція. Так проявляється захворювання пелагра (від італ. pelle agra - шорстка шкіра), що лютувала в Іспанії і Португалії в XVI в. Хвороба виникає як наслідок харчування одноманітною їжею, особливо продуктами з кукурудзи, білок якої практично не містить триптофану.

Харчові джерела. Джерело ніацину - м'ясні продукти, особливо печінка. Антипелагрічну дію молока і яєць, які майже не містять нікотинаміду, пояснюють відносно високим вмістом в них триптофану. З60 г білку може синтезуватись 1 мгвітаміну РР. Добова потреба: 15-25 мг.

**Вітамін В6 (піридоксин, антидерматитний)**

Термінпіридоксин об'єднує три близькі речовини - піридоксол, піридоксаль і піридоксамін, які є похідними піридину. Коферментними формами вітаміну В6 є піридоксальфосфат і піридоксамінфосфат. Вони відносяться до коферментів ІІ групи.

Назва піридоксин (вітамін В6) об'єднує групу близьких за складом і властивостями речовин - піридоксол, піридоксаль і піридоксамін, які є похідними піридину:

В організмі ці три форми можуть переходити одна в одну.

Гіповітаміноз. Основними проявами недостатності вітаміну В6є гіпохромна анемія і судоми. Можливий розвиток сухого себорейного дерматиту, стоматиту і глоситу.

Найчастіше піридоксинова недостатність спостерігається у маленьких дітей при штучному вигодовуванні стерилізованим молоком (руйнується вітамін В6), у вагітних при токсикозі, а також у дорослих під час тривалого лікування протитуберкульозним препаратом ізоніазидом (антагоніст піридоксину). Підвищена збудливість і схильність до судом пояснюються недостатнім утворенням ГАМК - гальмівного медіатора ЦНС.

Відомо декілька хвороб, пов'язаних з вродженими порушеннями обміну піридоксину. Найбільш типовими є гомоцистинурія, піридоксинзалежна анемія.

Гомоцистинурія. Захворювання проявляється у дітей або підлітків своєрідним симптомокомплексом: ектопією кришталика (іноді підвивих кришталика є єдиним початковим симптомом захворювання); генералізованим остеопорозом і деформаціями скелета (у дитини - “павукові” кінцівки, тобто довгі і тонкі, спостерігається викривлення хребта, а також неправильний прикус зубів); своєрідною ходою (“хода, що не гнеться”, із-за дефекту зору і кісткових аномалій); уповільненням фізичного розвитку ( починають ходити з 1,5-2 років).

Діти з гомоцистинурией, як правило, мають світле волосся і блакитні очі (порушення пігментації). Затримка розумового розвитку спостерігається не завжди. Основною причиною загибелі хворих є тромбоз артерій або вен (тромбоутворення може відбуватися в різних ділянках тіла). Лікування полягає в тривалому призначенні великих доз піридоксину - до 0,5-1,0 г.

Піридоксинзалежна анемія. Розвиток гіпохромної анемії пояснюється порушенням біосинтезу гема внаслідок низької активності синтази д-амінолевуленової кислоти, коферментом якої є піридоксальфосфат. Харчові джерела: хліб, картопля, круп'яні вироби, м'ясо, печінка. Добова потреба. Добова доза піридоксину 2-2,2 мг. Потреба у вітаміні зростає при збільшенні кількості білка в раціоні, а також під час вагітності і лактації. Прийом алкоголю і куріння зменшують вміст вітаміну.

 **Біотин (вітамін В8, Н, антисеборейний)**

Біотин (від грец. bios-життя) був виділенийв 1935р. з яєчного жовтка.

Молекула вітаміну Н складається з імідазольного і тіофенового кілець, бічний ланцюг представлений валеріановою кислотою.

Атом N1 імідазольного кільця ємісцемкарбоксилуваннябіотину. Зв'язуючись з аніоном гідрокарбонату біотин перетворюється на коферментну форму карбоксибіотин (біоцитин). Біотин здатний утворювати з авідином (глікопротеїном білка курячого яйця) міцний комплекс, який не розщеплюється травними ферментами. Тому при частому вживанні сирих яєць припиняється всмоктування присутнього в їжі біотину.

Гіповітаміноз. У людей недостатність частіше пов'язана з порушенням функціонування мікрофлори кишечнику (застосування антибіотиків та сульфаніламідів). Проявами гіповітамінозу є дерматити себорейного типу, може спостерігатись випадіння волосся, ураження нігтів, м'язова слабкість, анемія. Харчові джерела: продукти тваринного походження (м'ясо, молоко, яєчний жовток ) і рослинного (томати, шпінат, картопля), також синтезується мікрофлорою кішечника. Добова потреба:150 - 300мкг.

**Фолієва кислота (Фолацин, вітамін В9, антианемічний)**

Вітамін складається з трьох компонентів: гетероциклічного залишку птеридину, параамінобензойної (ПАБК) і глутамінової кислот. В організмі людини птеридиновекільце не синтезується, тому вміст фолацину повністю залежить від його надходження з їжею.

Фолієва кислота

Коферментною формою фолієвої кислоти є тетрагідрофолієва кислота (ТГФК).

Гіповітаміноз. Основним клінічним проявом нестачі фолієвоїкислоти є мегалобластична анемія, що розвивається внаслідок порушення утворення пуринових нуклеотидів, перетворення дезокси-УМФ в дезокси-ТМФ і, відповідно, синтезуДНК в клітинах кісткового мозку.В крові з'являються великі незрілі кровотворні клітини -мегалобласти. Знижується кількість еритроцитів і гемоглобіну, причому еритропенія виражена більшою мірою, ніж зниження рівня гемоглобіну (на відміну від залізодефіцитної анемії). Відмічається лейкопенія, тромбоцитопенія. За останніми даними гіповітаміноз В9 може призвести до гіпергомоцистеїнемії, що є незалежним фактором ризику порушення формування нервової трубки, розвитку серцево-судинних захворювань, цукрового діабету, патології нирок та ін.

Біохімічні властивості. При нагріванні руйнується до 50-90% вітаміну В9. Фолієва кислота є одним з ферментів синтезу амінокислот і бере участь в обміні холіну. Потреба в цьому вітаміні росте зі збільшенням вмісту вітаміну В12. Добова потреба В9 становить 0,2 мг.

Як ендо-, так і екзогенна фолієва кислота відновлюється до тетрагідрофолієвої кислоти - коферменту, який необхідний для багатьох процесів метаболізму. Фолієва кислота бере участь у синтезі амінокислот, нуклеїнових кислот, піримідинів, пуринів, обміні холіну. У поєднанні з вітаміном В12 (ціанокобаламіном) стимулює процес кровотворення, частково еритропоез. Необхідна для нормального розвитку інших клітин крові, в тому числі утворення і дозрівання мегалобластів. Наслідком дефіциту фолієвої кислоти є гальмування переходу з мегалобластичної в нормобластичну фазу кровотворення. Препарат призначають для профілактики дефіциту фолієвої кислоти у періоди вагітності та лактації.

Харчові джерела: зелене листя рослин, дріжджі, м'ясо, печінка.

Добова потреба: 150-200 мкг. Особливого значення набуває достатня забезпеченість фолієвою кислотою на 2-му тижні вагітності, коли починається розвиток головного мозку у плода. Навіть незначний дефіцит фолієвої кислоти в цей термін вагітності може призвести до народження дітей з вродженими вадами, відставання їх у фізичному та нервовопсихічному розвитку.

**Вітамін В12(кобаламін, антианемічний вітамін)**

Вітамін В12 - досить складна органічна сполука. Молекула вітаміну В12 складається з двох частин: кобальтвмісної, кориноїдно-порфіриноподібної, або хромофорної, і нуклеотидної. В центрі хромофорної частини знаходиться атом кобальту, одна валентність якого насичена ціаногрупою, а друга - сполучена з атомом азоту пірольного ядра А. Атоми азоту інших трьох пірольних кілець (В, С, D) зв'язані з кобальтом координаційними зв'язками. В бічних ланцюгах пірольних кілець є вісім метальних груп, а також залишки амідів оцтової і пропіонової кислот. До складу нуклеотидної частини входить 5,6-диметилбензімідазол, залишки рибози і фосфорної кислоти. З хромофорною частиною молекули вона сполучена ковалентним зв'язком через пірольне ядро (D) і координаційно з атомом кобальту через 5,6-диметилбензімідазол.

Структура вітаміну В12 відрізняється від будови всіх інших вітамінів своєю складністю.

Молекула кобаламіну складається з двох частин: коринового ядра, що містить кобальт, і нуклеотидної. Існує похідне вітаміну В12 - ціанокобаламін, у структуру якого входить ціаногрупа, сполучена з кобальтом.

Гіповітаміноз проявляється злоякісною мегалобластичною анемією і перніциозною анемією або анемією Аддісона-Бірмера. Так як частіше недостатність вітамінів В9 і В12 поєднуються, тому й анемія називається В12-фолієводефіцитна. Механізми розвитку анемії аналогічні недостатності фолієвої кислоти. Крім цього при гіповітамінозі В12 уражаються задні і бічні стовпи спинного мозку унаслідок порушення синтезу мієліну; дегенеративні зміни виникають також в периферичній нервовій системі і головному мозку. Неврологічні порушення пов'язані з накопиченням нейротоксичної речовини метилмалонової кислоти.

Клінічно вони проявляються парастезіями, відчуттям оніміння кистей і стоп, нестійкістю ходи, погіршенням пам'яті.

Харчові джерела. Продукти тваринного походження містять достатню кількість В12, найбільше його в печінці. Можливий синтез мікрофлорою кишечника. Всмоктування вітаміну відбувається в тонкому кишечнику за участю глікопротеїну (внутрішнього фактора Кастла), що синтезується обкладковими клітинами шлунку. Тому при недостатності шлункової секреції, а також після часткової резекції шлунку можливий прояв гіповітамінозу.

Добова потреба: 2-5 мкг.

**Вітамін С (аскорбінова кислота, антискорбутний)**

При дослідженні будови аскорбінової кислоти було встановлено, що вона є похідним L-гулонової кислоти (2,3-ендіол-L-гулоно-1,4-лактон). У природі аскорбінова кислота існує лише в L-формі. Структурна формула аскорбінової кислоти має такий вигляд:

Вітамін С є лактоном, близьким за структурою до глюкози. Він може окислюватись, віддаючи два атоми водню, і перетворюватись в дегідроаскорбінову кислоту. Зворотний процес каталізує дегідроаскорбатредуктаза за рахунок атомів водню відновленого глутатіону.

Гіповітаміноз. Недостатність вітаміну С має назву цинга (скорбут). Прояви дефіциту аскорбінової кислоти головним чином обумовлені порушенням функції мезенхімальних клітин. Цинга у дорослих характеризується ураженням ясен, розшатуванням зубів, ламкістю капілярів (в т.ч. підшкірними крововиливами), а також набряками, біллю у суглобах, анорексією та анемією. Зараз це захворювання зустрічається дуже рідко. Іноді цинга виникає у дітей внаслідок нераціональногохарчування. Тоді симптомокомплекс дещо змінюється -спостерігаються біль та набряк суглобів, обмеження рухів, цяточні крововиливи, неправильний розвиток зубів, гальмування розвитку скелету з характерним ураженням кісток, повільне загоювання ран та анемія.

Причиною змін в сполучній тканиниє порушення синтезу колагену та хондроітинсульфату. Колаген, що утворюється, бідний на оксипролінта оксилізин, а порушення синтезу хондроітинсульфату призводить до деполімеризації та розчиненя базових структур сполучної тканини, що може викликати навіть розкриття старих ран.

М'язова слабкість при скорбуті є наслідком недостатності карнітина, що забезпечує енергетичні процеси в міоцитах. Залізодефіцитна анемія виникає внаслідок порушення всмоктування заліза і використання його запасів при синтезі гемоглобіну. Гіповітаміноз супроводжується послабленням імунозахисних сил організму, а також посиленням реакцій вільнорадикального окислення.

Джерела вітаміну: зелені овочі, цитрусові, свіжа картопля, хрін. Багато в шипшині та чорній смородині. Необхідно відмітити, що вітамін С руйнується при температурній обробці продуктів харчування. Добова потреба: 75-100 мг.

**Вітамін Р (біофлавоноїди, вітамін проникності)**

Вітамін Р (від англ. permeability-проникність) представлений групою речовин, які містять у своїй структурі скелет флавону: кверцетин, рутин, епікатехін та ін. Є синергістом аскорбінової кислоти.

Біохімічні функції:

1. Володіє антиоксидантними властивостями, так як здатний перехоплювати вільні радикали кисню. Найбільш ефективними пастками супероксидного радикала є комплекси флавоноїдів з залізом: наприклад, комплекс рутину з Fe 2+.

2. Пригнічує активність гіалуронідази і запобігає руйнуванню основної речовини сполучної тканини.

3. Разом з вітаміном С бере участь у синтезі колагену.

Гіповітаміноз. Симптомами недостатності є кровоточивість ясен, посилення ламкості судин, точкові крововиливи.

Харчові джерела: свіжі фрукти, ягоди. Наибільшбагаті нимчорна смородина, яблука, виноград, лимони, чайний лист іплоди шиповника. Добова потреба: 25-50 мг.

**3. Методи аналізу водорозчинних вітамінів**

**Вітамін В1**

1. Якісні реакції. При додаванні до підкислення розведеною азотною кислотою 1% -ному розчину декількох крапель розчину нітрату срібла випадає сирнистий осад, не розчинний в азотній кислоті.

2. Тіохромна проба основана на перекладі тіаміну червоною кров'яною сіллю в лужному середовищі в тіохром, розчинний в бутиловому або ізоамілового спирті з синьою флуоресценцією:

До 5 мл розчину тіаміну (з вмістом 0,01 мг) в ділильній лійці додають 5 мл 1% -ного розчину червоної кров'яної солі, перемішують і залишають стояти протягом 2 хвилин. Потім додають 20 мл ізобутилового спирту і сильно перемішують, струшуючи протягом 1 хвилини, відокремлюють спиртовий шар і фільтрують. Тіохром, отриманий в результаті окислення тіаміну, обумовлює синю флуоресценцію.

3. Тіамін дає осдкиз деякими загальними алкалоїдними реактивами, наприклад з реактивом Драгендорфа (пікринова кислота не дає осаду).

Кількісне визначення.

1. Після нейтралізації (по бромтимолового синьому) тіамін-бромід визначається аргентометрично.

2. Другий метод оснований на властивості вітаміну В1 утворювати з диазотированного пара-аміно-ацетофенон з'єднання фіолетово-червоного кольору, яке нерастворимо в воді, з багатьма органічними розчинниками утворює кольорові розчини, що допускають порівняння з еталонними розчинами. З органічних розчинників застосовують звичайно ксилол або толуол.

Для визначення тіаміну, розчиненого в однорідному безбарвному розчиннику, немає необхідності витягати кольорове з'єднання з розчину. У цих випадках додають изопропанол в кількості, достатній для розчинення кольорового сполуки, і проводять визначення по стандартному розчину.

Для аналізу беруть таку кількість препарату, в якому міститься 100 мікрограмів (0,0001 г) тіаміну. Еталон готують розчиненням 50 мг вітаміну Вх (точне зважування) в 500 мл 50% за об'ємом) етанолу, який містить 1 краплю 4 н. соляної кислоти. Хоча цей еталонний розчин можна зберігати при кімнатній температурі протягом декількох місяців, воліють все ж готувати його на термін не більше 1 місяця. Крім еталонного розчину заготовляють: 1) 0,03% -ного розчину пара-аміно-ацетофенону в 0,2 н. соляній кислоті; 2) 0,1% -ний розчин нітриту натрію; 3) 1 н. і 2,5 н. розчини їдкого натру; 4) 50% -ний етанол (за об'ємом); 5) толуол; 6) изопропанол і 7) 4 н. соляну кислоту.

Для приготування реактиву під назвою діазораствор А в невеликої склянке змішують 10 мл розчину пара-аміно-ацетофенону і 2 мл розчину нітриту натрію і охолоджують не менше 2 хвилин в крижаній воді. Перед користуванням до суміші додають 3 мл 1 н. розчину їдкого натру і збовтують. Реактив під назвою діазораствор Б готують так само, як і розчин А, з тією лише різницею, що замість 1 н. розчину їдкого натру до розчину Б додають 2,5 н. розчину їдкого натру.

Випробуваний ампульний розчин змішують з такою кількістю перегнанной води, щоб кожен мілілітр суміші містив близько 100 мікрограмів тіаміну. В калібровану пробірку на 10 мл вливають 1 мл суміші, додають 2 мл 50% -ного етанолу і поміщають у водяну баню при температурі 60 °. Через 1 хвилину доливають 1 мл діазораствора А, сильно збовтують і знову залишають в лазні на 2--3 хвилини. Потім суміш охолоджують, додають 1 краплю 4 н. соляної кислоти і изопропанол до мітки, збовтують і порівнюють в колориметрі з контрольним розчином, виготовленим змішанням 1 мл води з 1 мл еталонного розчину тіаміну, 1 мл 50% етанолу та 1 мл діазорозчину А за методом, описаним вище.

3. Для визначення вітамін В1 по іншому методу розчиняють 0,4-1,5 мг його в 10 мл води, додають 0,5 мл реактиву з фосфорно-Вольфрамат і 0,4-0,6 мл 10% -ного розчину їдкого натру. З'являється синє забарвлення. Титрують 0,002 н. розчином червоної кров'яної солі, 1,82 мл якого відповідає 1 мг вітаміну В1 до зникнення синього забарвлення.

Реактив готують так: 10 г вольфрамату натрію розчиняють в 75 мл води, додають 8 мл 85% -ной фосфорної кислоти і слабо нагрівають протягом 2 годин. Якщо розчин зеленіє, додають трохи бромної води після нагрівання протягом зазначеного часу і надлишок брому видаляють кип'ятінням. За охолодженні доводять до 100 мл.

**Тема № 12** Фотосинтез і хемосинтез. Бродіння. Дихання.

План

1. **Хемосинтез**

2.Фотосинтез

3. Дихання

4. Бродіння

**1.Хемосинтез**

Хемосинтезуючі організми (хемотрофи) для синтезу органічних сполук використовують енергію, яка вивільнюється під час перетворення неорганічних сполук. До цих організмів належать деякі групи бактерій: нітрифікуючі, безбарвні сіркобактерії, залізобактерії тощо.

Нітрифікуючі бактерії послідовно окислюють аміак (NH3) до нітритів (солі HNO2), а потім - до нітратів (солі HNО3). Залізобактерії одержують енергію за рахунок окиснення сполук двовалентного заліза до тривалентного. Вони беруть участь в утворенні покладів залізних руд. Безбарвні сіркобактерії окислюють сірководень та інші сполуки сірки до сірчаної кислоти (H2SO4).

Процес хемосинтезу відкрив у 1887 році видатний російський мікробіолог С. М. Виноградський.

Хемосинтезуючі мікроорганізми відіграють виняткову роль у процесах перетворення хімічних елементів у біогеохімічних циклах. Біогеохімічні цикли (біогеохімічний коло-обіг речовин) - це обмін речовинами та забезпечення потоку енергії між різними компонентами біосфери, внаслідок життєдіяльності різноманітних організмів, що має циклічний характер.

**2.** **Фотосинтез**

  Фототрофи використовують для синтезу органічних сполук енергію світла. Процес утворення органічних сполук із неорганічних завдяки перетворенню світлової енергії в енергію хімічних зв'язків називають фотосинтезом. До фото-трофних організмів належать зелені рослини (вищі рослини, водорості), деякі тварини (рослинні джгутикові), а також деякі прокаріоти - ціанобактерії, пурпурові та зелені сіркобактерії.

**Основними з фото-синтезуючих пігментів є хлорофіли.** За своєю структурою вони нагадують гем гемоглобіну, але в цих сполуках замість заліза присутній магній. Залізо потрібне рослинним організмам для забезпечення синтезу молекул хлорофілу (якщо в рослину залізо не надходить, то в неї утворюються безбарвні листки, нездатні до фотосинтезу).

Більшість фото-синтезуючих організмів має різні хлорофіли хлорофіл а (обов'язковий), хлорофіл Ь (у зелених рослин), хлорофіл с (у діатомових і бурих водоростей), хлорофіл d (у червоних водоростей). Зелені й пурпурові бактерії містять особливі бактеріо-хлорофіли.

**В основі фотосинтезу лежить окислювально-відновний процес,** пов'язаний із перенесенням електронів від сполук постачальників електронів (донорів) до сполук, які їх сприймають (акцепторів), з утворенням вуглеводів і виділенням в атмосферу молекулярного кисню. Світлова енергія перетворюється на енергію синтезованих органічних сполук (вуглеводів) в особливих структурах - реакційних центрах, що містять хлорофіл а.

У процесі фотосинтезу у зелених рослин і ціанобактерій беруть участь дві фото-системи - перша (І) та друга (II), які мають різні реакційні центри та пов'язані між собою через систему перенесення електронів.

Процес фотосинтезу відбувається в дві фази - світлову та темнову**.** У світлову фазу, реакції якої перебігають у мембранах особливих структур хлоропластів - тилакоїдів за наявності світла фото-синтезуючі пігменти вловлюють кванти світла (фотони).

Поглинання фотонів приводить до "збудження" одного з електронів молекули хлорофілу, який за допомогою молекул - переносників електронів переміщується на зовнішню поверхню мембрани тилакоїдів, набуваючи певної потенційної енергії.

У фото-системі І цей електрон може повертатись на свій енергетичний рівень і відновлювати її, а може передаватись такій сполуці, як НАДФ (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат).

Електрони, взаємодіючи з іонами водню, які є в навколишньому середовищі, відновлюють цю сполуку:



Нагадаймо, що коли певна сполука віддає електрон - вона окислюється, а коли приєднує - відновлюється. Відновлений НАДФ (НАДФ • Н2) згодом постачає водень, потрібний для відновлення атмосферного СО2 до глюкози (тобто сполуки, в якій запасається енергія).

**Подібні процеси відбуваються й у фото-системі II.** Збуджені електрони, повертаючись на свій енергетичний рівень, можуть передаватись фото-системі І і таким чином п відновлювати. Фото-система II відновлюється за рахунок електронів, які постачають молекули води.

Під дією світла за участю ферментів молекули води розщеплюються (фотоліз води) на протони водню та молекулярний кисень, який виділяється в атмосферу, а електрони використовуються на відновлення фото-системи II:



Енергія, вивільнена при поверненні електронів із зовнішньої поверхні мембрани тилакоїдів на попередній енергетичний рівень, запасається у вигляді хімічних зв'язків молекул АТФ, які синтезуються під час реакцій в обох фото-системах. Деяка її частина витрачається на випаровування води. Таким чином, під час світлової фази фотосинтезу утворюються багаті на енергію (яка запасається у вигляді хімічних зв'язків) сполуки: синтезується АТФ і відновлюється НАДФ. Як продукт фотолізу води в атмосферу виділяється молекулярний кисень.

Реакції темнової фази фотосинтезу перебігають у внутрішньому середовищі (матриксі) хлоропластів як на світлі, так і за його відсутності. Як згадувалося раніше, в ході реакцій темпової фази С02 відновлюється до глюкози завдяки енергії, що вивільнюється при розщепленні АТФ, та за рахунок відновленого НАДФ.

**Сполукою, яка сприймає атмосферний СО2, є рибульозобіфосфат** (п'яти-вуглецевий цукор, сполучений із двома залишками фосфорної кислоти). Процес приєднання СО2 каталізує фермент карбоксилаза. Внаслідок складних і багатоступеневих хімічних реакцій, кожну з яких каталізує свій специфічний фермент, утворюється кінцевий продукт фотосинтезу - глюкоза, а також відновлюється акцептор СО2, - рибульозобіфосфат. З глюкози в клітинах рослин можуть синтезуватися полісахариди - крохмаль, целюлоза тощо.

**Підсумкове рівняння процесу фотосинтезу у зелених рослин має такий вигляд:**



**3. Дихання**

Дихання – один з показників життєдіяльності кожної живої істоти. Створювані зеленою рослиною в процесі фотосинтезу асиміляти в основній своїй масі належать до неспецифічних запасних речовин.

Тому використання їх іншими організмами та синтез на їхній основі специфічних для того або іншого виду сполук можливі лише після цілого ряду складних біохімічних перетворень.

Дихання – це такий біохімічний процес, при якому в живих органах рослинного організму окислюються та розкладаються органічні сполуки за участю кисню з виділенням енергії. Наслідком цього є різноманітні проміжні продукти, часто аналогічні тим, що створюються в процесі фотосинтезу. Утворені проміжні продукти мають велике значення, бо вони – джерело утворення тих речовин, які потрібні для нормальної функціональної діяльності організму. Внаслідок дихання виникає взаємозв’язок в організмі між розкладанням та синтезом основних біохімічних сполук, які беруть участь в процесі обміну. Газообмін тканин з навколишнім середовищем в акті дихання протилежній фотосинтезу: при диханні відбувається поглинання кисню та виділення вуглекислого газу. Проникнути в хімічну та енергетичну суть дихання – це значить більш глибоко зрозуміти обмін речовин.

Згідно з теорією В.І.Палладіна, дихання здійснюється з допомогою особливих дихальних хромогенів, здатних до зворотних окислювально-відновних перетворень. При окисленні хромогени перетворюються на пігменти, які відновлюючись, знову перетворюються на хромогени; тобто дихальні хромогени в живій клітині виконують роль акцепторів кисню, тоді як дихальні пігменти – акцепторів водню.

Обов’язковим учасником дихання за В.І.Палладіним є вода, що виконує роль донора водню для відновлення пігменту в хромоген. В цьому процесі відновлення пігменту бере участь і водень окислюваного субстрату. Вільний кисень використовується для регенерації акцепторів водню.

Основні положення теорії біологічного окислення наступні:

– обов’язковим учасником дихання є вода;

– вода, поряд із субстратом, який окислюється, виконує роль донора водню;

– в процесі дихання беруть участь специфічні активатори водню, які віднімають водень від субстрату;

– перші етапи дихання є анаеробними і не вимагають присутності молекулярного кисню;

– молекулярний кисень необхідний на завершальному етапі дихання для регенерації акцепторів водню з утворенням води.

**4. Бродіння**

Процес бродіння більш давній тип дисиміляції, ніж дихання. В енергетичному відношенні він менш вигідний, тому що для одержання тієї самої кількості енергії при бродінні витрачається значно більше субстрату, ніж при диханні. Адже при диханні органічна речовина повністю перетворюється на Н2О та СО2 і при цьому виділяється значна кількість енергії. В той же час при бродінні органічна речовина не розкладається до кінця, тому накопичуються різні багаті на енергію продукти (спирти, молочна кислота та ін.). Доступ кисню забезпечує рослині значно менші витрати енергетичного матеріалу. Таке неоднакове відношення до використання енергетичного матеріалу виникло в процесі еволюції і є одним з найважливіших пристосувань до умов життя.

Така дія кисню, при якій спостерігається зменшення витрат вуглеводів на аеробне дихання і яка пригнічує анаеробне дихання та утворення продуктів анаеробного обміну, має назву ефект Пастера. Незважаючи на те, що всі вищі рослини належать до групи аеробних організмів, для них все ж властиве і анаеробне дихання.

**Тема № 13** Обмін ліпідів. Біохімія синтезу амінокислот та білків

План

1. Обмін ліпідів

2. Біохімія синтезу білків

**1.** **Обмін ліпідів**

Обмін ліпідів у тканинах є біологічно найбільш важливим етапом їх перетворення. На цій стадії відбувається асиміляція ліпідів у виді пластичного матеріалу і розщеплення їх з вивільненням енергії.

Головним ендогенним джерелом ліпідів, що відіграють роль метаболічного палива, служить резервний жир, що міститься в протоплазмі клітин у виді крапельок. З цією метою використовуються також фосфоліпіди мембран.

У «жирових депо» за участі тканинних ліпаз відбувається гідроліз простих жирів на гліцерол і вільні жирні кислоти.

У вигляді комплексу з альбумінами вільні жирні кислоти з плином крові попадають в органи і тканини, де комплекс розпадається, а жирні кислоти або піддаються β-окинюванню, або використовуються в синтезі триацилгліцеролів, холестеролу, гліцерофосфоліпідів, сфінголіпідів і т.д.

Гліцерол фосфорилюється за рахунок АТФ, через ряд проміжних реакцій перетворюється у фосфогліцероловий альдегід, що потім окиснюється в процесі гліколізу до фосфогліцеролової і піровиноградної кислот. Остання, піддаючись окисному декарбоксилюванню, перетворюється в ацетил-КоА, що у циклі трикарбонових кислот окиснюється до СО2 і Н2О.

Окиснення гліцеролу

Спочатку гліцерол незалежно від того, чи надійде він на ресинтез жирів або буде піддаватися подальшому розпаду, піддається активації шляхом фосфорилювання. Донором залишку фосфорної кислоти в цій реакції служить АТФ. Процес прискорюється відповідною фосфотрансферазою – гліцеролкіназою, при цьому утворюється гліцеринфосфорна кислота.

 Цей процес найінтенсивніше відбувається в печінці. Гліцеринфосфорна кислота перетворюється в діоксіацетонфосфат і далі перетворення відбувається так, як в гліколітичному циклі. Проміжні продукти окиснення гліцеролу (гліцеринфосфорна кислота, діоксиацетонфосфат) можуть використовуватися для утворення жирів і фосфоліпідів, а також для синтезу вуглеводів.

Окиснення жирних кислот Жирні кислоти в живому організмі перетворюються в результаті їх окиснення. Окиснення жирних кислот відбувається у багатьох тканинах, особливо в печінці, легенях, нирках, серці.

 Вищі жирні кислоти катаболізуються переважно шляхом β-окиснення. Ненасичені вищі жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова і ін.) заздалегідь відновлюються до насичених кислот.

Окиснення насичених вищих жирних кислот здійснюється ступінчасто, шляхом відщеплення від їх молекул двовуглецевих фрагментів.

Всі реакції багатостадійного окиснення прискорюються специфічними ферментами.

 Всі жирні кислоти перед окисненням підлягають активації. Цей процес відбувається головним чином у печінці і здійснюється за участю АТФ і КоА. Схематично цей процес можна подати таким чином: спочатку жирна кислота взаємодіє з АТФ з утворенням ациладенілату який, взаємодіючи з коензимом А, утворює ацил-КоА - активну форму жирної кислоти. Ацил-КоА далі вступає на шлях окиснення, який інтенсивно відбувається в мітохондріях.

Наступні етапи β-окиснення жирних кислот проходять на внутрішній мембрані мітохондрій, тому спочатку необхідно, щоб ацил-КоА перейшов всередину мітохондрій. Молекули ацил-КоА не здатні самостійно проникати через мембрану мітохондрій, тому їх транспорт в середину мітохондрій здійснюється в комплексі з карнітином.

Транспорт ЖК через мембрану мітохондрій:

Ферменти β-окиснення локалізовані всередині мітохондрій. Внутрішня мітохондріальна мембрана непроникна для довго- ланцюгових ацил-КоА. На внутрішній мітохондріальній мембрані функціонує спеціальна човникова транспортна система, яка містить аміноспирт карнітин, що переносить молекули ацил-КоА до матриксу мітохондрій.

А) утворення ефіру ацил-карнітину на зовнішній поверхні внутрішньої мембрани мітохондрій

Б) перенесення ацилкарнітину через мітоходріальну мембрану

В) зворотня реакція розщеплення комплексу ацилкарнітин на внутрішній поверхні мембрани мітохондрій

Ацил-КоА вступає на шлях β-окиснення, а вільний карнітин виходить з мітохондрій і бере участь у транспортуванні нової молекули жирної кислоти.

Реакції бета-окиснення.

Весь процес окиснення ацил-КоА полягає в постійному дегідруванні його з відщепленням від ацил-КоА жирної кислоти двовуглецевих фрагментів у вигляді ацетил-КоА (активної форми оцтової кислоти). Оскільки весь процес дегідрування супроводжується відщепленням від жирної кислоти двохвуглецевих фрагментів у βположенні, він має назву β-окиснення, який протікає в 4 стадї.

1.Перше окиснення (дегідрування) ацил-КоА відбувається під дією специфічних дегідрогеназ за участю коферментів ФАД+ . При цьому утворюється дегідроацил-КоА і 2 АТФ.

Окиснення ацил-КоА під дією ацил-КоА-дегідрогенази, що містить флавінаденіндинуклеотид (ФАД) в якості коферменту. Існує, щонайменше, три ацил-КоА-дегідрогенази, що діють на короткі, середні і довгі ацильні радикали відповідно.

На цьому етапі від ацил-КоА відщеплюється два атоми водню в a- і βположенні з утворенням подвійного зв'язку. В результаті утворюється еноїл-КоА (α,β-дегідроацил-КоА).

2. Гідратація – реакція приєднання молекули води за місцем розриву подвійного зв’язку з утворенням гідроксиацил-КоА.

 Приєднання молекули води за місцем розриву подвійного зв'язку еноїл-КоА під дією еноїлгідратази (3-оксиацил-КоА-гідролази) з утворенням гідроксильованого продукту реакції – β-гідроксиацил-КоА.

Ця реакція прискорюється відповідними гідролазами. Оскільки приєднання води (гідратація) йде за місцем подвійного зв'язку, то ці ферменти за сучасною номенклатурою називають еноїл-КоА-гідратазами. Одна з них специфічна до цис-форм еноїл-КоА, інша — до транс-форм.

3. Друге окиснення (дегідрування) супроводжується відщепленням двох атомів водню від вуглецевого атома в β положенні (звідси назва процесу β-окиснення) з участю НАД+ . Утворюється кетоацил-КоА і 3 АТФ.

Окиснення β-гідроксиацил-КоА шляхом видалення двох атомів водню від β-вуглецевого атому (звідси весь механізм носить назву β-окиснения). Як і в другій стадії процесу, відняття атомів водню здійснюється оксидоредуктазою – 3-гідроксиацил-КоА-дегідрогенази, але з НАД+ в якості коферменту. Фермент специфічний лише до L-форми β-оксиацил-КоА.

В результаті гідроксильна група β-оксіацил-КоА дегідрується до кетонної і утворюється β-кетоацил-КоА.

4. Тіолазна реакція призводить до відщеплення ацетил-КоА від ацил-КоА при взаємодії останнього з однією молекулою КоА. В результаті отримуємо ацетил-КоА і ацил-КоА з вкороченим на дві молекули вуглецевим ланцюгом.

Перенесення перетвореної в молекулі β-кетоацил-КоА нової ацильної групи на молекулу КоА, в результаті чого відщеплюється ацетил-КоА.

Цей процес прискорюється відповідною ацилтрансферазою, яку називають тіолазою, оскільки сама реакція, по суті, представляє розщеплення С—С-зв’язку з приєднанням за місцем розриву елементів HS-групи (тіоліз).

В присутності β-кетотіолази β-кетоацетил-КоА піддається тіолітичному розщепленню, яке і призводить до утворення ацетил-КоА й ацил-КоА, який мають на два атоми вуглецю менше. Далі процес окиснення повторюється з другої стадії.

Отже, внаслідок одного циклу β-окиснення відбувається відщеплення однієї молекули ацетил-КоА і укорочення ацил-КоА на два вуглецеві атоми.

Остаточним продуктом β-окиснення вищих жирних кислот з парним числом вуглецевих атомів є ацетил-КоА. При окисненні жирних кислот з непарним числом атомів вуглецю в кінці розщеплення залишається молекула пропіоніл-КоА (СН3–СН2–СО~КоА), що перетворюється в сукциніл-КоА і вступає в цикл Кребса.

**2. Біохімія синтезу білків**

Для вивчення біохімічної активності ферментів використовуються численні біохімічні методи, що мають загальну назву випробувань ферментативної активності ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *enzyme assays*). Ці методи в більшості випадків проводяться [*in vitro*](https://uk.wikipedia.org/wiki/In_vitro) і ставлять ціллю вимірювання зміни кількості переробленого субстрату білка або кількості створених продуктів реакції.

Безперервні методи зазвичай залучають використання оптичних методів, таких як зміна [оптичної щільності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%89%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) розчину або його [флюоресценції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%8E%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), якщо відомі оптичні властивості субстратів або продуктів реакції, або вимірювання виділеного тепла при реакції. Якщо ці властивості важкі для вимірювання, часто застосовуються [хроматографічні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F) або [радіографічні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F) методи. Хроматографічні методи (наприклад, [гелевий лектрофорез](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B7), [високоефективна рідинна хроматографія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F)) використовуються для розділення продуктів реакції, після чого вони можуть бути візуалізовані за допомогою інших методів. Радіографічні методи залучають використання радіоактивних маркерів (зазвичай одного з атомів в субстраті, заміненого на його [радіоактивний](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) [ізотоп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF)), що легко візуалізувати [фотографічними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F) методами, чутливими до [радіонуклідів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%B4).

Перевагою методів *in vitro* зазвичай є можливість виділити один або кілька компонентів, що досліджуються, то вивчати їхню активність, спрощуючи систему за рахунок усунення інших компонентів, зазвичай присутніх у клітині, що можуть впливати на протікання реакції.

**Література**

1. Губський Ю.І. Біологічна хімія. - Київ-Вінниця: Нова Книга, 2007.
2. Гонський Я.І., Максимчук Г.П. Біохімія людини. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.
3. Біохімія: Підручник / За ред. М. Є. Кучеренко, Р. П. Виноградова та ін. — К.: Либідь, 1995.

**Додаткова література**

1. Марри Р. и соавт. Биохимия человека.- М.: МИР, 1993.
2. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 736с.
3. Губський Ю.І. Біологічна хімія.- Київ-Вінниця:Нова книга, 2007. – 656 с.Біологічна хімія: Лабораторний практикум / За ред. Я.І. Гонського. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. – М.: Медицина, 1998.
5. Посібник до практичних занять з біологічної хімії/ за ред. проф. Я.І.Гонського – Тернопіль: Медінститут, 2001. – 288 с.
6. Мещишен І.Ф. Перетворення у біохімії. – Чернівці:Медуніверситет, 2008. – 71 с.
7. Мещишен І.Ф. Задачі з біохімії та алгоритми їх розв’язування. – Чернівці:Медакадемія, 2001. – 152 с.