

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

**БІОЛОГІЧНА, ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ.
Розділ «Біологічна хімія»**

Курс лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП
«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»
спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв
2022

УДК 577.1
Б63

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від «19» травня 2022 р., протокол № 9.

Укладач:

Д. С. Качук – канд. техн. наук, доцент кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Г. М. Ющишина – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри хімії та біохімії, Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського;

Р. О. Трибрат – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва, Миколаївський національний аграрний університет.

Б63 **Біологічна**, фізична та колоїдна хімія. Розділ «Біологічна хімія» : курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. Д. С. Качук. Миколаїв : МНАУ, 2022. 30 с.

УДК 577.1

©Миколаївський національний
аграрний університет, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЛЕКЦІЯ 1 Вуглеводи. Ліпіди.....	5
1.1. Загальна характеристика вуглеводів.....	5
1.2. Моносахариди. Дисахариди. Полісахариди. Функції та біологічне значення вуглеводів в організмі.....	5
1.3. Загальна характеристика ліпідів. Прості ліпіди. Складні ліпіди.....	9
ЛЕКЦІЯ 2 Білки.....	13
2.1. Загальна характеристика білків. Функції та властивості білків.....	13
2.2. Структурні рівні організації білків. Методи виявлення білків. Якісні реакції на білки.....	13
2.3. Класифікація білків.....	16
ЛЕКЦІЯ 3 Білки. Вітаміни.....	18
3.1. Методи виділення білків. Повноцінні та неповноцінні білки. Загальний, білковий і небілковий азот.....	18
3.2. Загальна характеристика вітамінів.....	20
3.3. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К, F. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі водорозчинних вітамінів: В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ або РР, В ₆ , В ₁₂ , Н, С.	21
ЛІТЕРАТУРА.....	29

ВСТУП

Біохімія – це хімія живих об'єктів (клітин і організмів). Живі об'єкти відрізняються від неживих своєю здатністю до метаболізму і відтворення (з передачею генетичної інформації). При цьому живі істоти являють собою складову частину природи і підлягають усім основним її законам. Живі об'єкти є відкритими системами, а це означає, що вони беруть участь в обміні речовин і енергії з довкіллям.

Біохімія – фундаментальна наука, вивчення якої є обов'язковим у системі підготовки майбутніх технологів з виробництва та переробки продукції тваринництва. Оволодіння знаннями з біологічної хімії створює підґрунтя для формування у здобувачів вищої освіти біохімічного мислення, розвитку основних умінь та навичок оцінки метаболічних процесів в організмі здорової тварини та у разі розвитку патологічних процесів.

Навчально-методична розробка містить лекції, в яких висвітлюються фундаментальні основи біологічної хімії, а також наведено список рекомендованої літератури. Обраний порядок викладення матеріалу викличе зацікавленість здобувачів вищої освіти до дисципліни, дозволить їм отримати необхідну інформацію на рівні, необхідному для вивчення курсу.

У курсі лекцій представлено ілюстративний матеріал у вигляді рисунків, таблиць, схем, що сприятиме поглибленому вивченню та засвоєнню здобувачами вищої освіти теоретичного матеріалу.

Курс лекцій побудовано з врахуванням взаємозв'язку з іншими природничо-науковими дисциплінами, що робить його досить інформативним.

У курсі лекцій враховано нові досягнення в галузі біологічних наук, викладено на сучасному рівні відомості про механізми дії речовин, принципи структурної організації сполук тощо.

Курс лекцій допоможе здобувачам вищої освіти отримати знання з біологічної хімії, що є важливим для майбутньої професійної діяльності.

Лекція 1

Вуглеводи. Ліпіди

1.1. Загальна характеристика вуглеводів.

1.2. Моносахариди. Дисахариди. Полісахариди. Функції та біологічне значення вуглеводів в організмі.

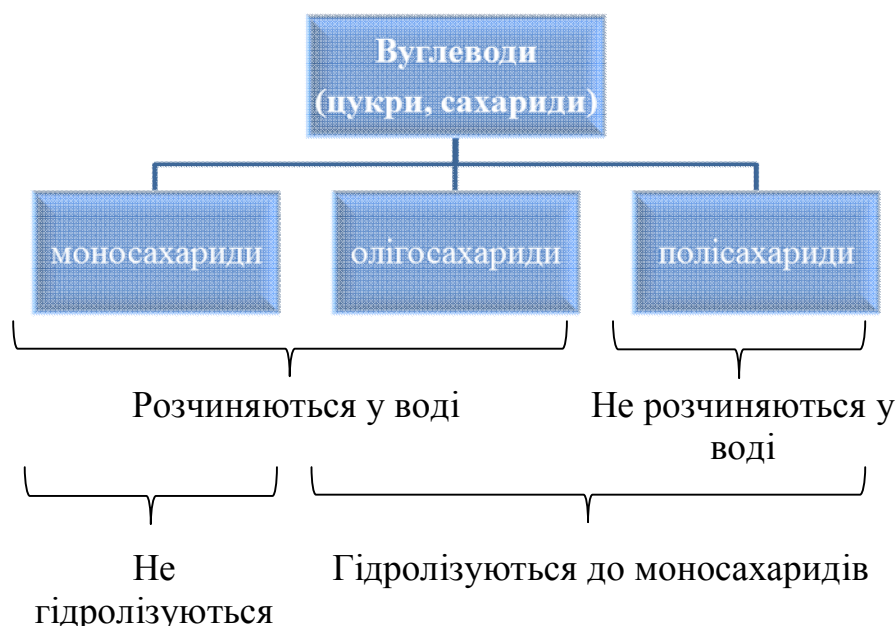
1.3. Загальна характеристика ліпідів. Прості ліпіди. Складні ліпіди.

Ключові слова: вуглеводи, ліпіди, моносахариди, дисахариди, полісахариди.

Key words: carbohydrates, lipids, monosaccharides, disaccharides, polysaccharides.

Біохімія – це наука про склад, будову, властивості груп органічних речовин, обмін речовин і енергії в живих об'єктах.

1.1. Загальна характеристика вуглеводів



1.2. Моносахариди. Дисахариди. Полісахариди. Функції та біологічне значення вуглеводів в організмі

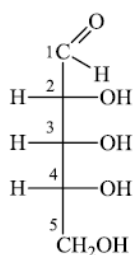
Моносахариди

Моносахариди – це поліоксиальдегіди або поліоксикетони ($C_n(H_2O)_n$).

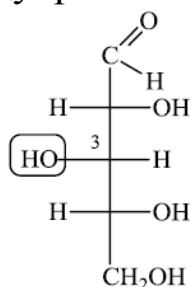
Залежно від кількості атомів Карбону, моносахариди (монози) поділяються на тріози, тетрози, пентози, гексози, гептози та ін. Найбільш поширеними в тваринних організмах моносахаридами є гексози і пентози.

Пентози

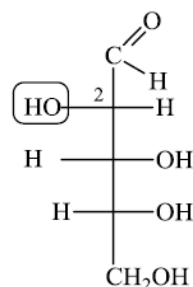
В організмі активними є D-цукри.



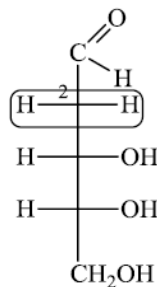
Рибоза



Ксилоза



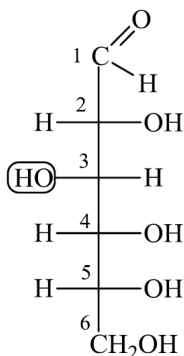
Арабіноза



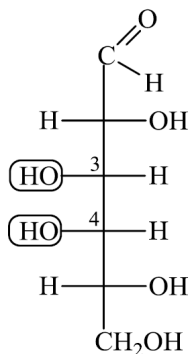
Дезоксирибоза

(у C_2 не має $-OH$ групи, молекулярна формула $C_5H_{10}O_4$)

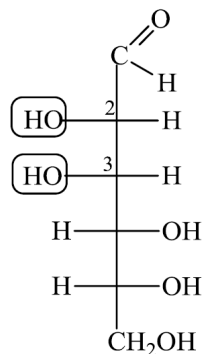
Гексози



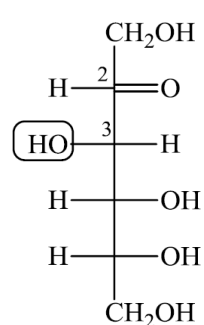
Глюкоза



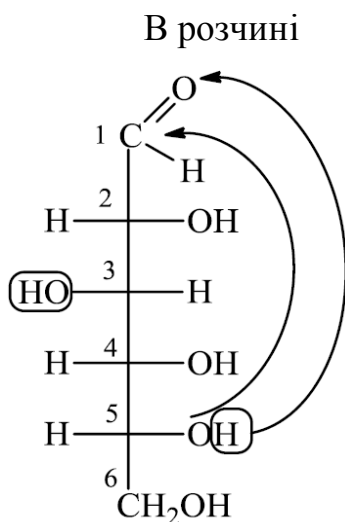
Галактоза



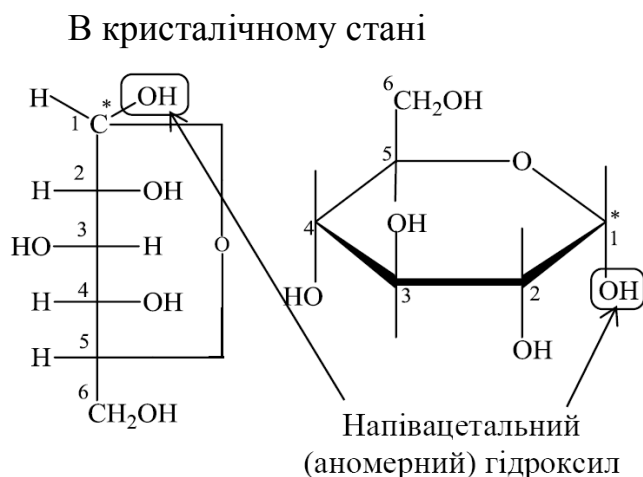
Маноза



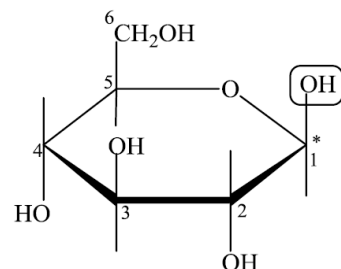
Фруктоза



D-глюкоза



α -D-глюкопіраноза



β -D-глюкопіраноза

Правило Хеуорса: замісники, які розташовані праворуч розміщуються під площиною циклу.

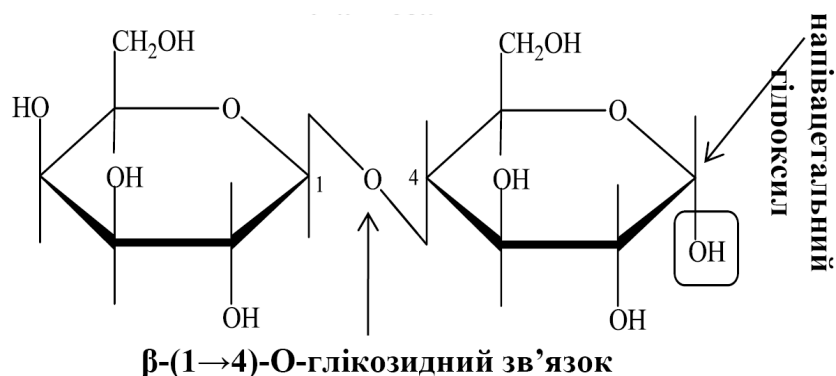
Ізмери (діастереоізмери), які відрізняються розташуванням атомів біля C_1 , називаються аномерами.

Глікозидна група – це група атомів цукрів, яка виникає з оксогрупи (альдегідної чи кетогрупи).

Глікозидні групи мають властивості напівацетталей. Кожен аномер у водному розчині дуже легко перетворюється один в інший, що зумовлюється легкістю розмикання циклу (напівацетальні властивості).

Дисахариди

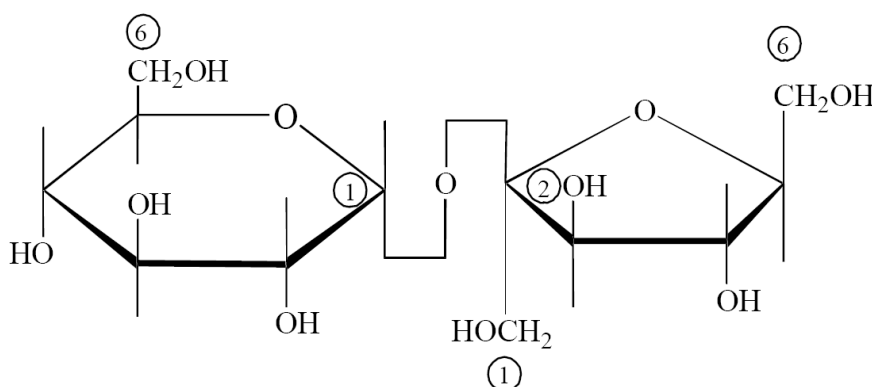
1. Лактоза (молочний цукор) – складається з β -D-галактопіранози і α -D-глюкопіранози ($C_1 - C_4$).



4-[β -D-галактопіранозидо]-(α чи β)-D-глюкопіраноза

Цукри, які містять вільну глікозидну групу, називаються відновлюючими (ці цукри відновлюють атоми Купруму з його сполук).

2. Сахароза (буряковий цукор) – складається з α -D-глюкопіранози і β -D-фруктофуранози (C₁ – C₁).



1-[α -D-глюкопіранозидо]- β -D-фруктофураноза

Сахароза – невідновлюючий цукор – не містить вільних глікозидних груп.

Полісахариди

1. Крохмаль – біополімер, який складається з амілози і амілопектину.

Амілоза містить велику кількість залишків α -D-глюкопіраноз, сполучених α -(1 $\rightarrow$ 4)-O-глікозидним зв'язком, є біополімером лінійної будови.

Амілопектин є біополімером розгалуженої будови, оскільки містить залишки α -D-глюкопіраноз, сполучених як α -(1→4)-O-глікозидним зв'язком, так і α -(1→6)-O-глікозидним зв'язком.

2. Глікоген (тваринний крохмаль) – полісахарид тваринного походження. За хімічною структурою близький до амілопектину крохмалю, але має більш розгалужені молекули.

3. Целюлоза (клітковина) – полісахарид, який є головним структурним компонентом клітинних стінок рослин. Молекули целюлози – нерозгалужені ланцюги, що складаються із залишків молекул глюкози, сполучених β -1,4-глікозидними зв'язками.

Функції вуглеводів:

- Енергетична: 1 г вуглеводів = 17,5 кДж (4,1 ккал) енергії
- Структурна: глікопротеїни, гліколіпіди, протеоглікани, ДНК, РНК
- Резервна: глікоген
- Рецепторна та імунна: у складі рецепторів, антигенів, імуноглобулінів
- Зсідання крові: гепарин – антикоагулянт.

Харчові волокна

Нерозчинні:

- целюлоза
- лігнін

Розчинні:

- пектини
- камеді
- слизі
- геміцелюлоза

Значення:

- затримка води, електролітів, покращення моторики ШКТ
- висока сорбційна активність
- зниження кількості холестерину
- зв'язують важкі метали, токсини
- енергетичний та пластичний матеріал для мікрофлори

1.3. Загальна характеристика ліпідів. Прості ліпіди. Складні ліпіди

Ліпіди – це група сполук, спільною і визначальною властивістю яких є нерозчинність у воді, тобто полярних розчинниках, та

здатність до розчинення в неполярних (гідрофобних) рідинах. Неполярні розчинники (діетиловий ефір, тетрахлорметан, хлороформ тощо) використовують для екстрагування ліпідів із біологічних об'єктів (крові, тканин тощо). В організмі тварин ліпіди виконують важливі функції як акумулятори та постачальники енергії, компоненти структури клітин, особливо біологічних мембран; певні класи ліпідів є фізіологічно активними речовинами (вітаміни, гормони).

Основними характеристиками ліпідів є: гідрофобність, ліофільність, елементарний склад: С, Н, О та Р і наявність структурного компонента – довгих гідрокарбонатних ланцюгів.

Не дивлячись на переважну гідрофобність більшості ліпідів дані речовини в своєму складі містять як гідрофільні так і гідрофобні компоненти:

Гідрофобні структури	Полярні складові ліпідів
1) Жирні кислоти	1) Спирти та їх похідні: а) азотвмісні похідні етанолу: етаноламін $\text{NH}_3^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ холін $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ серин $\text{NH}_3^+ - \text{CH}(\text{COOH}) - \text{CH}_2\text{OH}$ б) багатоатомні спирти: гліцерол, діоли (етиленгліколь, пропандіол), інозитол в) аміноспирт – сфінгозин
2) Ізопрен та його похідні (терпени, ретиналі, жиророзчинні вітаміни, холестерол) $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$, 2-метилбутадієн-1,3	2) Вуглеводи та їх похідні: глюкоза, галактоза, N-ацетилглюкозамін 3) Фосфат та сульфат неорганічні

Виділяють наступні класи ліпідів:

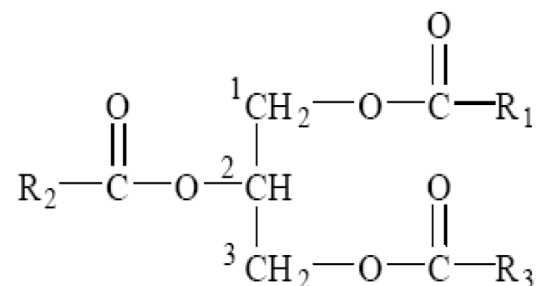
1. **Прості ліпіди:** естери жирних кислот з різноманітними спиртами – жири (гліцериди), воски (естери жирних кислот з одноатомними аліфатичними спиртами), естери холестерину.

2. **Складні ліпіди:** естери жирних кислот зі спиртами, які містять інші замісники по гідроксильній групі.

Прості ліпіди

Ацилгліцероли (ацилгліцериди)

Ацилгліцероли (ацилгліцериди) – ліпіди, що є естерами трьохатомного спирту – гліцеролу (гліцерину) та жирних кислот. Ацилгліцероли (зокрема *триацилгліцероли*, або *тригліцериди*) мають іншу назву – *нейтральні жири*.



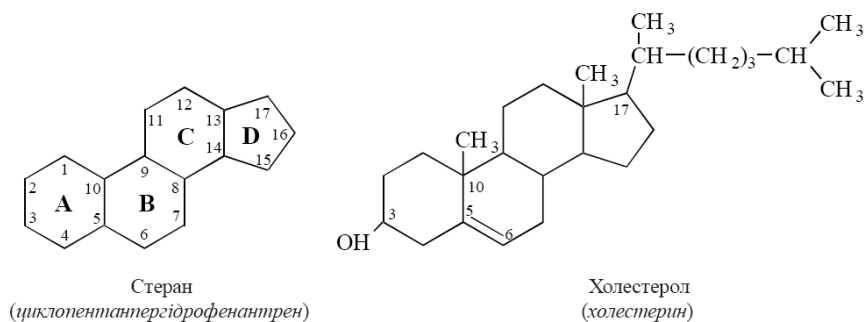
Природні тригліцериди є змішаними ліпідами, тобто до їх складу входять залишки різних жирних кислот (на рис. позначені R).

Воски

Цериди (воски) – прості ліпіди, які є складними ефірами вищих жирних кислот та високомолекулярних спиртів, зокрема цетилового ($\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{OH}$) та мірицилового ($\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$). До восків тваринного походження належать бджолиний віск, спермацет, ланолін, що використовуються у фармації для виготовлення мазей, кремів, у виробництві косметичних засобів.

Стериди

Стериди – ліпіди, що є складними ефірами циклічних спиртів стеролів (стеринів) та жирних кислот. Стероли є 3-гідроксипохідними вуглеводню стерану (циклопентанпергідрофенантрени). Найбільш розповсюдженим стеролом тваринного організму є холестерол (холестерин), що входить як структурний ліпід до складу плазматичних мембран та є попередником в синтезі інших стеринів та їх похідних (стероїдів).



До біологічно важливих стеринів належать стероїдні гормони кори надниркових залоз, чоловічі та жіночі статеві гормони, вітаміни групи Д та їх похідні, жовчні кислоти.

Складні ліпіди

1. Фосфоліпіди.

До фосфоліпідів належать:

Гліцерофосфоліпіди (фосфогліцериди) – складні ефіри гліцеролу та вищих жирних кислот, що є похідними *фосфатидної кислоти*, етерифікованої аміноспиртами холіном, етаноламіном (коламіном) і оксіамінокислотою серином.

Сфінгофосфоліпіди – складні ефіри багатоатомного аміноспирту *сфінгозину* та вищих жирних кислот, що можуть також містити залишки холіну, фосфорної кислоти.

2. Гліколіпіди – сполуки, які є складними ефірами вищих жирних кислот та гліцеролу або сфінгозину і містять у своєму складі вуглеводний компонент (зокрема, глюкозу, галактозу та їх похідні або олігосахаридну групу).

Глікозилгліцероли (глікозилгліцериди) – гліколіпіди, що є ефірами гліцеролу.

Глікосфінголіпіди – клас гліколіпідів, що (або сфінголіпідів) має важливе біологічне значення у зв'язку з розповсюдженням у складі біомембран, зокрема в нервовій тканині; до того ж, існує ряд спадкових захворювань, пов'язаних з порушенням метаболізму цього класу ліпідів.

Лекція 2

Білки

2.1. Загальна характеристика білків. Функції та властивості білків.

2.2. Структурні рівні організації білків. Методи виявлення білків. Якісні реакції на білки.

2.3. Класифікація білків.

Ключові слова: білки, рівні організації білків, якісні реакції на білки, класифікація білків, амінокислоти.

Key words: proteins, levels of protein structure, qualitative protein reactions, protein classification, amino acids.

2.1. Загальна характеристика білків. Функції та властивості білків

Білки – це природні ВМС, які складаються з залишків α -амінокислот, зв'язаних між собою пептидним зв'язком.

З білками пов'язані найважливіші функції живого та характерні особливості, а саме рух, подразливість, ріст, відтворення, травлення, виділення продуктів метаболізму, спадковість імунітет, діяльність органів чуття, пристосувальні реакції тощо.

Властивості білків

1. **Денатурація** – руйнування всіх структур, за винятком первинної. Ренатурація – зворотній процес. Умови, що викликають денатурацію: підвищена або низька температура, зміна рН, різні види випромінювань, зміна тиску, механічна дія, дія хімічних речовин. Якщо денатурація часткова, то вона зворотна. На відміну від білків, поліпептиди не денатурують.

2. **Фізичні властивості.** Білки здатні поглинати УФ-випромінювання. Розчини білків розсіюють світло.

3. **Хімічні властивості.** Реакції за радикалами.

4. **Біологічні властивості.** Структурні, захисні, каталітичні і т.д.

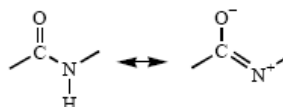
2.2. Рівні структурної організації молекули білка

Первинна структура – це послідовність розташування залишків амінокислот у поліпептидному ланцюзі, це якісний і кількісний амінокислотний склад.

У 1888 р. Данілевський виказав гіпотезу, що амінокислоти зв'язані зв'язком $-\text{NH}-\text{CO}-$. Наявність первинної структури в білках відкрив у 1900-1901 рр. Е. Фішер.

Характеристики пептидного зв'язку:

1. Пептидний зв'язок не подвійний і не одинарний.



Ця характеристика забезпечує жорсткість пептидного зв'язку, як наслідок – відсутність вільного обертання навколо нього.

2. Всі 4 атоми пептидної групи розташовані планарно. Ця характеристика дозволяє впорядковане згортання ланцюгу у α -спіраль або β -структуру.

3. Атоми Гідрогену і Оксигену знаходяться у транс-положенні по відношенню до $\text{C}-\text{N}$ зв'язку.

4. Радикали амінокислот розташовуються під кутом $109^\circ 28'$ до площини пептидного зв'язку.

Вторинна структура білка – це впорядковане згортання поліпептидного ланцюга за рахунок утворення внутрішньомолекулярних водневих зв'язків між атомами пептидної групи.

Утворення внутрішньомолекулярних водневих зв'язків призводить до формування α -спіралі або β -структури.

α -спіраль притаманна глобулярним білкам, β -структура – фібрилярним.

Один і той же білок може містити як α -спіраль, так і β -структуру, а частина поліпептидного ланцюгу білка може не включатися в ці структури і утворювати хаотичний клубок. Наприклад, хімотрипсин має α -спіраль, β -структуру і невпорядковане згортання.

Характеристика α -спіралі:

1. Один виток спіралі містить 3,6 амінокислотних залишків (для правозакрученої спіралі).
2. Крок спіралі (відстань між витками) 0,54 нм.
3. Кут підйому витка 26° .

4. Період ідентичності (довжина відрізка спіралі, який повністю повторюється) 2,7 нм і містить 18 амінокислотних залишків.

5. Висота одного амінокислотного залишку 0,15 нм.

Структура складчастого типу (β -структура)

Складається з двох ланцюгів, які розташовані антипаралельно; водневі зв'язки виникають лише в місцях звуження.

Повністю α -спіральною конформацією має β -кератин (волосся, вовна, нігті, кігті, пір'я, роги).

Повністю β -структуру має фіброїн шовку: висока міцність, стійкість до розриву, не розтягується, дуже гнучкий.

Третинна структура – це розташування у просторі вторинної структури, що призводить до накладання одних ділянок α -спіралі чи β -структури на інші з утворенням субодиниць.

Третинна структура стабілізується за допомогою зв'язків, що виникають між радикалами амінокислот:

- 1) йонний
- 2) ковалентний
- 3) водневий зв'язок
- 4) вандерваальсові

5) молекули води утворюють навколо субодиниці структуру, подібну до структури льоду. При цьому вторинна структура згортається таким чином, що гідрофобні радикали – всередині, а гідрофільні – ззовні. Внаслідок цього відбувається витискання молекул води з внутрішньої частини молекули білка.

Четвертинна структура – утворюється декількома субодиницями.

Субодиниці мають подібну будову і утворюють одна з іншою єдине ціле з симетричним розташуванням.

Субодиниця (протомер) $\rightarrow$ олігомер (макромолекула, або епімолекула, або надмолекула)

Стабілізуються за рахунок ковалентних зв'язків між радикалами.

Нативний білок – той, що має четвертинну структуру. Поза живими організмами олігомери дисоціюють на протомери.

Гемоглобін – це олігомер з відносною молекулярною масою 68 тис. 2 α -спіралі – по 141 амінокислоті, 2 β -структури – по 146 амінокислот.

Біологічна активність будь-якого білка характерна лише для цілісного олігомеру.

2.3. Класифікація білків

Білки, до складу яких входять лише залишки амінокислот, об'єднані в поліпептидні ланцюги, отримали назву простих білків.

Прості білки:

1. Глобулярні – білки, що мають округлу форму. Це альбумін сироватки крові, міоглобін м'язів, гемоглобін.

2. Фібрилярні – білки, структурною особливістю яких є витягнута форма молекул. Фібрилярні білки є структурними компонентами сполучної або інших опорних тканин організму. Наприклад, еластин сполучної тканини, α -кератин опірних тканин, епідермісу шкіри.

За складом прості білки поділяють:

1. Альбуміни – це білки які характеризуються високим вмістом лейцину (15 %), сульфурвмісних амінокислот і незначним вмістом гліцину.

2. Глобуліни – білки, що містять більше гліцину (5 %) і меншу кількість сульфурвмісних амінокислот.

3. Проламіни – білки, які містять значну кількість проліну, не містять лізіну.

4. Глутеліни – білки, до складу яких входить велика кількість глутамінової кислоти і лізіну.

5. Протаміни – це білки, які містять 80-90 % аргініну.

Білки, до складу яких входять приєднані ковалентними або нековалентними зв'язками інші біомолекули або іони металів, називаються складними білками.

Сполуками неамінокислотної природи, що входять до складу складних білків (простетичними групами), можуть бути вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, порфірини, іони металів, залишки фосфорної кислоти. Простетична група може бути з'єднана з білковою частиною (апопротейном) як ковалентними зв'язками, так і нековалентними (водневими, іонними, гідрофобними).

Залежно від хімічної природи простетичної групи складні білки поділяються на:

а) глікопротейни – білки, простетичними групами в яких є моно- або олігосахариди;

б) ліпопротейни – білки, простетичними групами яких є ліпіди (триацилгліцероли, складні ліпіди тощо);

в) нуклеопротейни – білки, небілковою частиною яких є нуклеїнові кислоти ДНК та РНК (дезоксирибонуклеопротейни та рибонуклеопротейни, відповідно). Нуклеопротейни є надмолекулярними комплексами, що становлять субклітинні органели – хроматин, рибосоми тощо;

г) хромопротейни – білки, що мають забарвлену пігментну простетичну групу (нуклеотид, порфірин у комплексі з металом); наприклад, флавопротейни та цитохроми дихального ланцюга мітохондрій, гемоглобін еритроцитів;

д) металопротейни – білки, які містять метал, що не входить до складу металопорфіринового комплексу;

е) фосфопротейни – білки, які містять у своєму складі залишок фосфорної кислоти, поєднаний фосфодієфірним зв'язком із гідроксильною групою серину або треоніну пептидного ланцюга.

Лекція 3

Білки. Вітаміни

3.1. Методи виділення білків. Повноцінні та неповноцінні білки. Загальний, білковий і небілковий азот.

3.2. Загальна характеристика вітамінів.

3.3. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К, F. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі водорозчинних вітамінів: В₁, В₂, В₃, В₅ або РР, В₆, В₁₂, Н, С.

Ключові слова: білки, вітаміни, водорозчинні вітаміни, жиророзчинні вітаміни, повноцінні та неповноцінні білки.

Key words: proteins, vitamins, water-soluble vitamins, fat-soluble vitamins, complete and incomplete proteins.

3.1. Методи виділення білків. Повноцінні та неповноцінні білки. Загальний, білковий і небілковий азот

Етапи виділення і очистки білків

1) подрібнення:

– використання валкових і кульових млинів, у яких біологічний матеріал або протискується між валами, або розплющується кулями, які постійно рухаються;

– використовуються гомогенізатори з товкачами або ножами, або біологічний матеріал у замороженому стані протискають крізь фільтри спеціального пресу;

– чергування заморожування і відтаювання;

– метод «азотної бомби»;

2) екстрагування (вилучення):

– сольовими розчинами (8-10 % розведені, Li₄P₂ – найкращий реагент, NaCl – найгірший реагент);

– буферні системи (фосфатні, ацетатні, боратні);

– спиртово-сольові розчини.

Перед екстракцією суміш білків і амінокислот обов'язково обробляють детергентами, які зменшують гідрофобні властивості цих речовин. З рослин важче екстрагувати білки: стінка клітин більш

міцна; дубильні речовини сприяють денатурації. Тому рослинний матеріал спочатку обробляють водно-ефірною сумішшю, яка різко підвищує проникність оболонки рослинної клітини, а далі екстрагують рослинні білки сумішшю фенол + оцтова кислота + вода.

3) фракціонування білків або амінокислот:

- висолювання (кожний білок осаджується при певній концентрації солі);

- використання органічних розчинників (метиловий і етиловий спирт);

- метод осадження йонами важких металів (Hg^{2+} – осаджує білки з сульфгідрильними групами, Zn^{2+} – білки з імідазольними групами і т.д.);

- електрофорез – використовується здатність білків рухатися в електричному полі з різною швидкістю на вологому фільтрувальному папері чи іншій основі. Швидкість руху білків залежить від відносної молекулярної маси, рН розчину, форми молекули і сили струму (використовується напруга від декількох тисяч вольт, а сила струму – декілька десятих міліампер). Для електрофорезу використовують середовища: целюлоза, ацетилцелюлоза, гель агар-агар, крохмальний і поліакриламідний гель. На електрофореграмах білки виявляють за допомогою барвників (амідовий чорний). Найбільш точний спосіб електрофорезу – це електрофоретичне фокусування або ізоелектричне фокусування. При цьому використовують амфоліни (поліаміно-полікарбонові кислоти).

- хроматографічний метод. Речовину (суміш речовин) пропускають крізь колонку. Хроматографічна колонка – це вертикальна скляна трубка, заповнена дрібними частинками речовини-сорбента. Сорбент сорбує на своїй поверхні розчинені молекули. Різні речовини, наприклад різні амінокислоти, сорбуються з різною міцністю. Після цього у верхню частину колонки вводять розчинник. При повільному проходженні рідини крізь колонку ці амінокислоти вимиваються з різною швидкістю.

У ході вивчення білків кормів виникає необхідність визначення їх амінокислотного складу. Білки кормів ділять на повноцінні та неповноцінні. Повноцінні білки – це білки, до складу яких у вигляді амінокислотних залишків входять незамінні амінокислоти, що не можуть синтезуватися організмом тварин: валін, ізолейцин, лейцин,

лізин, метіонін, треонін, триптофан і фенілаланін. До умовно незамінних амінокислот відносять гістидин. Інші амінокислоти, що входять у склад білків, вважають замінними, вони можуть синтезуватися в організмі тварин: аланін, аспарагінова і глютамінова кислоти, серин. П'ять амінокислот вважають частково замінними: аргінін, гліцин, тирозин, цистеїн і цистин. Імінокислоти пролін і оксипролін можуть синтезуватися у тваринному організмі.

При дослідженні хімічного складу крові широко використовують визначення загального азоту (це азот білків, і усіх небілкових речовин, які циркулюють в крові. Він складається з азоту сечовини, сечової кислоти, амінокислот, поліпептидів, та інше. Кількість цього азоту в плазмі крові обумовлена інтенсивністю процесів білкового обміну і це використовується для характеристики патологічних і фізіологічних станів тварин.

3.2. Загальна характеристика вітамінів

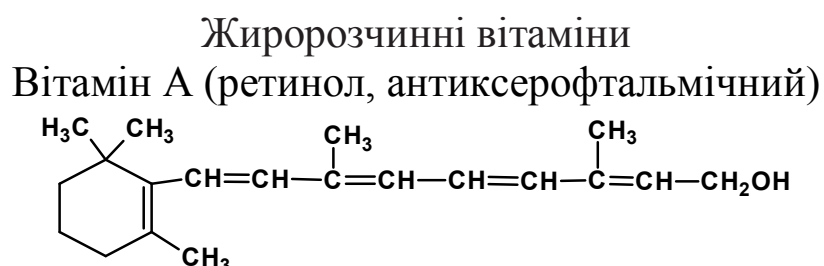
Вітаміни – це низькомолекулярні органічні речовини. Для вітамінів характерний ряд особливостей:

1. Вітаміни не є пластичним матеріалом або джерелом енергії.
2. Вітаміни активні в мінімальних кількостях. Добова потреба в них обчислюється в тисячних і навіть мільйонних частках грама.
3. Вітаміни, як правило, не відкладаються «про запас».
4. Найбільш ефективні вітаміни не синтетичні, а ті, що містяться в харчових продуктах.

Функції вітамінів. Вітаміни забезпечують нормальне протікання біохімічних і фізіологічних процесів в організмі. Вони беруть участь у каталізі обмінних процесів, тому що містяться в активних групах ферментів. Вітаміни мають захисну дію. У хворих вітаміни сприяють нормалізації обміну, поліпшують ефект лікувальних засобів, нейтралізують побічну дію лікарських препаратів, зменшують наслідки опромінення. При відсутності в продуктах харчування одного або декількох вітамінів розвивається вітамінна недостатність. Вона буває двох ступенів: авітаміноз і гіповітаміноз.



3.3. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К, F. Будова молекули, властивості і роль в обміні речовин в організмі водорозчинних вітамінів: В₁, В₂, В₃, В₅ або РР, В₆, В₁₂, Н, С



Найбільш рання і специфічний ознака гіповітамінозу А – куряча сліпота – порушення сутінкового зору. Виникає через нестачу зорового пігменту – родопсину. Родопсин містить в якості активної групи ретиналь (альдегід вітаміну А) – знаходиться в паличках сітківки.

Вітамін А також впливає на процеси росту і розвитку покривного епітелію. Тому при авітамініозі спостерігається ураження шкіри, слизових оболонок і очей, яке проявляється в патологічному зроговінні шкіри і слизових. У хворих розвивається ксерофтальмія – сухість рогової оболонки ока, так як відбувається закупорка слізного каналу в результаті зроговіння епітелію. Оскільки око перестає омиватися слюзою, яка має бактерицидну дію, розвиваються кон'юнктивіти, виразка і розм'якшення рогівки – кератомалія. При авітамініозі А може бути також ураження слизової шлунково-

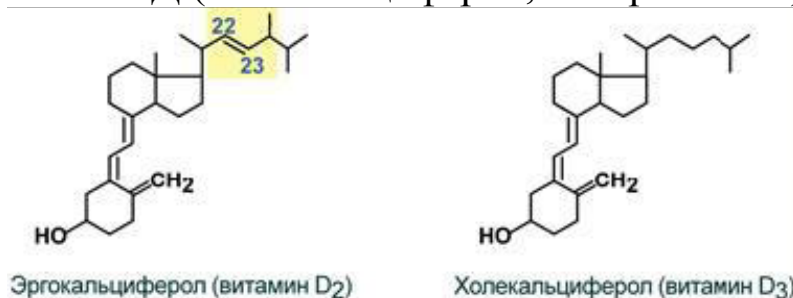
кишкового тракту, дихальних і сечостатевиx шляхів. Порушується стійкість всіх тканин до інфекцій.

Вітамін А бере участь в захисті мембран клітин від окиснювачів. Має антиоксидантну функцію.

Запасується в печінці.

Джерела – печінка морських риб і ссавців, жовток яєць, незбиране молоко, риб'ячий жир. Овочі та фрукти червоно-оранжевого кольору (томати, морква та ін.).

Вітамін Д (холекальциферол, антирахітний)

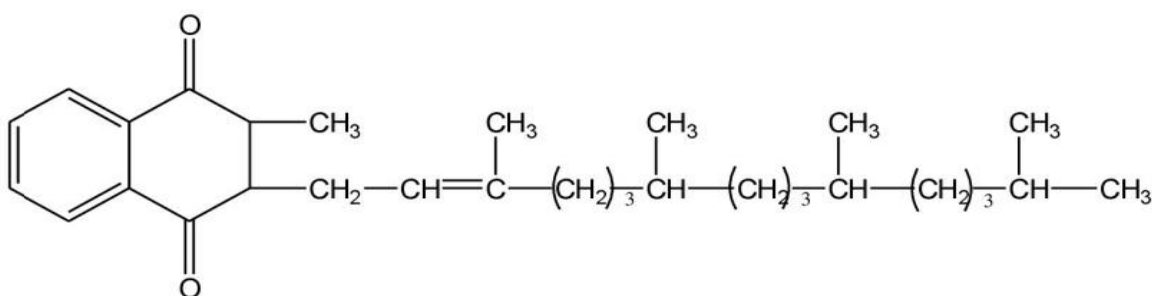


Нестача вітаміну Д призводить до розвитку порушень фосфорно-кальцієвого обміну і процесів окостеніння.

Джерела – риба, риб'ячий жир, печінка, вершкове масло, жовток яєць.

Високі дози вітаміну Д вкрай токсичні.

Вітамін К (філохінон)



Вітамін К необхідний для нормального синтезу протромбіну – попередника одного з білків системи згортання – тромбіну.

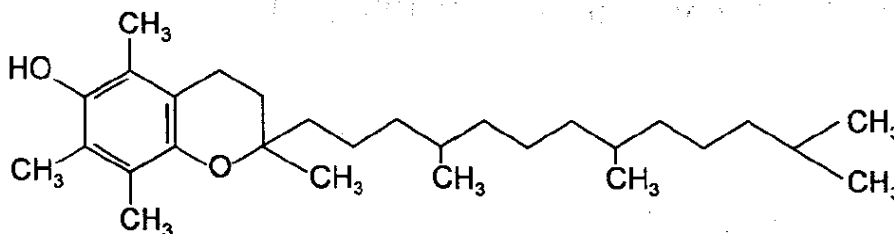
Авітаміноз, як правило, пов'язаний з порушенням виділення жовчі в шлунково-кишковому тракті (при жовчнокам'яній хворобі).

Джерела – ягоди горобини, капуста, арахісове масло, рослинні масла і ін.

Синтезовано водорозчинний аналог вітаміну К – вікасол, який використовують при лікуванні гіповітамінозу, пов'язаного з порушенням всмоктування вітаміну К з кишечника.

Є антиоксидантом.

Вітамін Е (токоферол, антистерильний)



Вітамін, вбудовуючись в фосфоліпідний бішар мембран, виконує антиоксидантну функцію, тобто перешкоджає розвитку вільнорадикальних реакцій.

Джерела – рослинні олії (крім оливкової), пророщене зерно пшениці, бобові, яйця.

Вітамін F

Вітамін F – це комплекс ненасичених жирних кислот (НЖК), які не синтезуються в організмі людини і тварин – лінолева, ліноленова, арахідонова кислоти.

Ненасичені жирні кислоти – безбарвні оліїсті рідини, добре розчинні в органічних розчинниках і нерозчинні у воді. Досить легко окиснюються киснем повітря. Киплять при високих температурах (лінолева – за 182 °С, ліноленова – за 184 °С).

Найвищу біологічну активність має арахідонова кислота, проте у харчових продуктах її дуже мало. Ліноленова кислота малоактивна і основна її роль полягає в активації лінолевої кислоти, яка міститься в харчових продуктах у значній кількості.

Біологічна активність вітаміну F пов'язана з наявністю в його молекулі подвійних зв'язків. Ненасичені жирні кислоти беруть участь в обміні ліпідів, стимулюють дію вітамінів групи В. Біосинтезу тканинами деяких жирних кислот, що входять до складу вітаміну F, сприяє вітамін В6.

Ненасичені жирні кислоти сприяють виведенню з організму холестерину (вітамін F має ліпотропну дію).

Гіповітаміноз: припиняється ріст, виникають сухість і лущення шкіри, дерматити, крихкість і розшарування кісток, виникнення

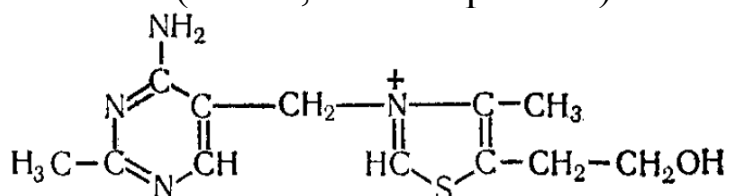
бляшок в кровоносних судинах, що призводить до розвитку атеросклерозу.

Джерела – рослинні олії: горіхова (63-76 %), макова (63-74 %), соєва, бавовникова (62-64 %), льняна (18-50 %), соняшникова (52-64 %), арахісова. У тваринних жирах вітаміну F значно менше: у свинячому 7-10 %, у курячому 10-19 %, у вершковому маслі 4-6 %. Важливим джерелом ненасичених жирних кислот є також жир тюленя. Олії, що містять ненасичені жирні кислоти, легко окиснюються.

Добова потреба – 2-10 г.

В клінічній практиці застосовують лінетол – суміш тригліцеридів трьох жирних кислот, що складають вітамін F. Його добувають з льняної і соняшникової олії. Лінетол є ефективним засобом для лікування опіків.

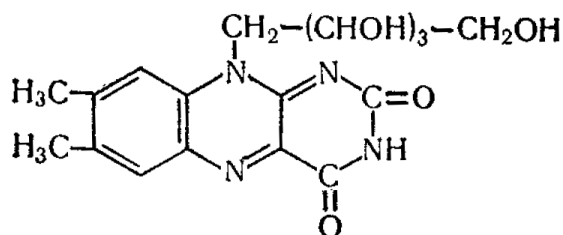
Водорозчинні вітаміни B1 (тіамін, антиневритний)



Вітамін B1 бере участь у синтезі ацетилхоліну, каталізуючи утворення ацетил-КоА – субстрату ацетилювання холіну. Досить багато вітаміну B, знаходиться в пшеничному хлібі з борошна грубого помолу, в оболонці насіння хлібних злаків, у сої, квасолі, горосі, в дріжджах. З продуктів тваринного походження найбільш багаті тіаміном печінка, нежирна свинина, нирки, мозок, яєчний жовток.

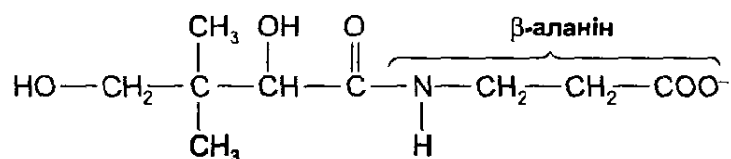
Гіповітаміноз. Вже ранні прояви гіповітамінозу супроводжуються зниженням апетиту і нудотою. Відмічаються неврологічні розлади, до яких відносяться порушення периферичної чутливості, невралгії. Харчування переважно вуглеводною їжею призводить до підвищеної потреби в тіаміні і, отже, розвитку вторинної тіамінної недостатності.

Вітамін В2 (рибофлавін)



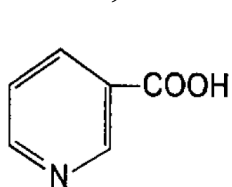
Недостатність вітаміну В2 проявляється слабкістю, підвищеною втомлюваністю і схильністю до захворювань. До специфічних проявів недостатку рибофлавіну відносяться запальні процеси в слизових оболонках. Основними джерелами рибофлавіну є печінка, нирки, жовток курячого яйця, сир. У кислому молоці вітаміну знаходиться більше, ніж у свіжому. У рослинних продуктах вітаміну В2 мало (виключення лише мигдальні горіхи). Частково дефіцит рибофлавіну заповнюється кишковою мікрофлорою.

Вітамін В3 (пантотенова кислота)

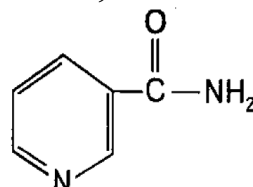


Вітамін В3 широко розповсюджений в природі, звідси і його назва – пантотенова кислота (panthos – всюди). Пантотенова кислота поширена в продуктах рослинного і тваринного походження. Особливо високий вміст вітаміну в бджолиному матковому молочку і пивних дріжджах. Досить багато його в печінці тварин, яєчному жовтку, гречці, вівсі, бобових. Недостатність пантотенової кислоти практично не зустрічається, тому що вона синтезується мікрофлорою кишечника.

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



Нікотинова кислота



Нікотинамід

Вітамін РР – протипелагричний (preventive pellagra). Джерелом вітаміну є печінка, м'ясо і багато рослинних продуктів, в першу

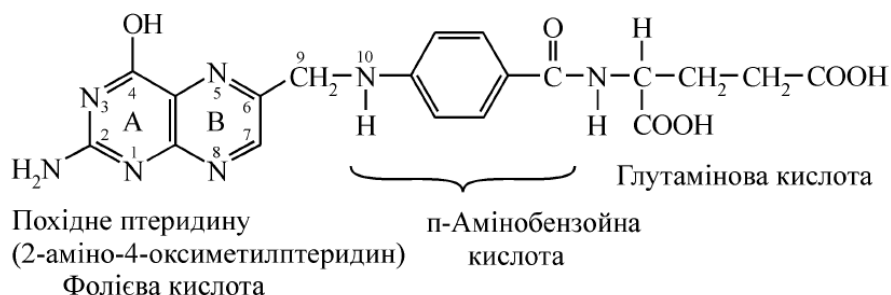
чергу, рис, хліб, картопля. Характерною ознакою недостатку вітаміну РР є симптомокомплекс «три Д»: дерматити, діарея, деменція. Дерматит частіше всього зустрічається на відкритих ділянках шкіри, що під дією сонячних променів червоніє, покривається пігментними плямами і лущиться. Язик стає яскраво-червоним і болючим, потовщується, на ньому з'являються тріщини (глоссит). Слизові оболонки порожнини рота (стоматит, гінгівіт) і кишечника запалюються, потім звиразковуються. Розлад травлення проявляється нудотою, відсутністю апетиту, болями в животі, діареєю. Порушується функція периферичних нервів і ЦНС. З'являються запаморочення, головні болі. Розвиваються психози, психоневрози, у важких випадках відмічаються галюцинації. Симптоми пелагри часто спостерігаються в осіб з недостатністю білка в дієті.

Вітамін В6 (піридоксин)



Вітаміном В6 багаті бобові, зернові культури, м'ясні продукти, риба, картопля. Він синтезується кишковою мікрофлорою, частково покриваючи потребу організму в цьому вітаміні. Він бере участь у регуляції білкового, вуглеводного і ліпідного обміну, біосинтезі гема і біогенних амінів, гормонів щитоподібної залози й інших біологічно активних сполук. Основними проявами недостатку вітаміну В6 є гіпохромна анемія і судоми. Спостерігається розвиток сухого себорейного дерматиту, стоматиту і глосситу. Підвищена збудливість і схильність до судом пояснюється недостатнім утворенням ГАМК – медіатора гальмування нейронів.

Вітамін В9 (фолієва кислота)

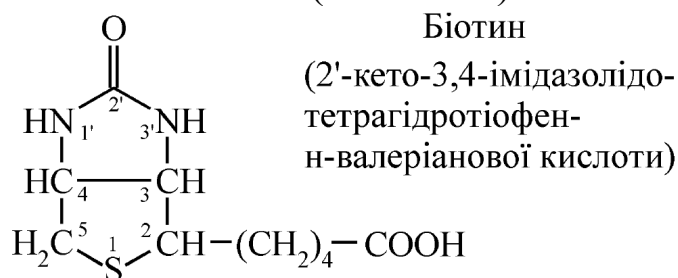


Фолієва кислота була виділена з зелених листів (лат. folium – листок, звідси і назва вітаміну). Вітаміну багато в листяних овочах, наприклад, у шпинаті. Він знаходиться в салаті, капусті, томатах, суницях. Багаті ним печінка і м'ясо, яєчний жовток. Основним клінічним проявом недостатку фолієвої кислоти є захворювання анемією. Клітини кісткового мозку характеризуються високою швидкістю поділу, тому вони особливо чутливі до порушення синтезу нуклеїнових кислот, що виникає при дефіциті вітаміну В9. Подібні симптоми спостерігаються і при нестачі вітаміну В12, тому що обмін обох вітамінів взаємозалежний. При нестачі фолатів відмічаються слабкість, головний біль, непритомності, блідість шкіри, червоний язик, діарея. Хворі дратівливі, ворожі, у них погана пам'ять, параноя. Гіпервітаміноз не описаний.

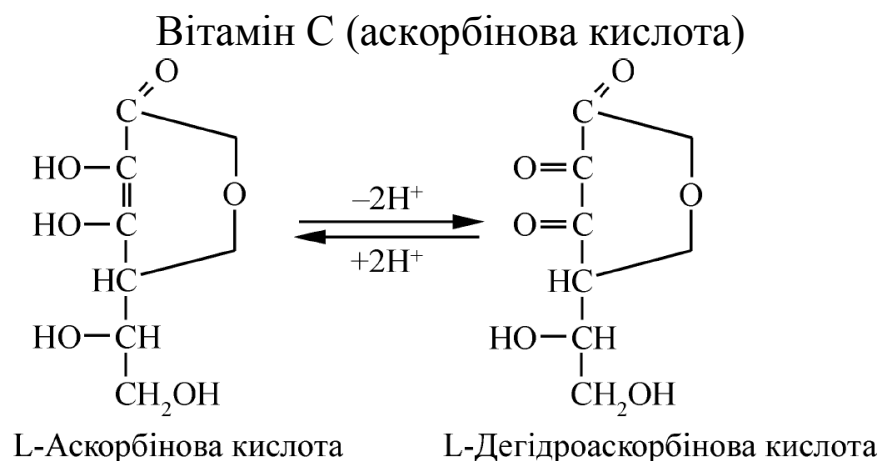
Вітамін В12 (кобаламін)

Антианемічний вітамін. Синтез кобаламінів у природі здійснюється винятково мікроорганізмами. Тваринні і рослинні клітини такою властивістю не володіють. Основні харчові джерела вітаміну – печінка, м'ясо, морські продукти (краби, лососеві, сардини), молоко, яйця. Гіповітаміноз виявляється злоякісною мегалобластичною анемією. Неврологічна симптоматика зводиться до парестезій, відчуття оніміння кінцівок, нестійкості ходи, ослабленню пам'яті аж до сплутаності свідомості.

Біотин (вітамін Н)



Біотин був виділений з яєчного жовтка. Вітаміном Н багаті бобові, а також кольорова капуста, гриби; з продуктів тваринного походження – печінка, нирки, молоко, яєчний жовток. Біотиновий гіповітаміноз відмічається дерматитом, жирною себореєю, аллопецією, сонливістю, втомою. Часто відмічаються болі в м'язах. Гіпервітаміноз не описаний.



Антицинготний вітамін. Джерелом вітаміну С слугує рослинна їжа. Особливо багаті нею шипшина, перець і чорна смородина, кріп, петрушка, капуста, щавель, citrusові, суниці. Водні розчини аскорбінової кислоти швидко окиснюються в присутності кисню навіть при кімнатній температурі. Аскорбінова кислота руйнується в процесі приготування їжі і збереження продуктів. Вітамін С займає домінуюче положення в позаклітинному антиоксидантному захисті. Він є також найважливішим внутрішньоклітинним антиоксидантом. Вітамін С бере участь у всмоктуванні заліза з кишечника і вивільненні заліза з його транспортним білком крові – трансферрином, полегшуючи надходження цього металу в тканини. Вітамін С активно бере участь у знешкодженні токсинів, антибіотиків і інших чужорідних для організму сполук, здійснюваних оксигеназною системою цитохромів. Вже незначний дефіцит вітаміну С проявляється відчуттям втоми, зниженням апетиту, схильністю до захворювань. Характерна легка поява синців (крововиливів) на шкірі. Кровотеча ясен – досить пізній прояв гіповітамінозу С. Глибокий дефіцит вітаміну С призводить до захворювання цингою. Також клінічні прояви гіповітамінозу – розхитування зубів, набряки і болі в суглобах, пошкодження кісток, блідість шкірних покривів, порушення загоєння ран. При гіповітамінозі С розвивається залізодефіцитна анемія через порушення всмоктування заліза і використання його запасів при синтезі гемоглобіну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 книгах. Книга 1. Біоорганічна хімія : підручник / Б. С. Зіменковський та ін. 3-є видання. Київ : Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2021. 272 с.
2. Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 книгах. Книга 2. Біологічна хімія: підручник / Ю. І. Губський та ін. 3-є видання. Київ : Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2021. 544 с.
3. Біологічна хімія: підруч. / Л.В. Левандовський та ін. Київ, 2012. 363 с.
4. Коваль Т. В., Овчарук О. В. Біохімія тварин : навч. посіб. Кам'янець-Подільський : Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т., Зволейко Д. Г., 2016. 439 с.
5. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р., Божко Н. В. Біологічна хімія. Суми : Університетська Книга, 2019. 379 с.

Навчально-методичне видання

БІОЛОГІЧНА, ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ. РОЗДІЛ «БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ»

Курс лекцій

Укладач: **Качук** Дар'я Сергіївна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 1,75.
Тираж 14 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Г. Гонгадзе, 9.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.