§ 4. Органічні речовини в живій природі. Рівні структурної організації органічних речовин

Інформаційна довідка

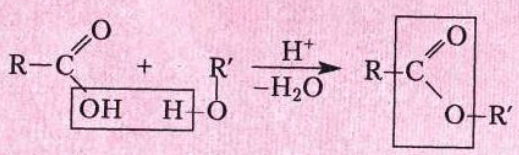
• ***Вуглеводи*** — оксигеновмісні сполуки, склад молекул яких найчастіше відповідає загальній формулі $C_n(H_2O)_m$. Їх ще називають *цукрами* або *сахаридами*. Одна з хімічних властивостей більшості вуглеводів — ***гідроліз***, у процесі якого внаслідок хімічної взаємодії з водою вони перетворюються на вуглеводи простішої хімічної будови. За цією ознакою вуглеводи поділяють на моносахариди, дисахариди, полісахариди.

• ***Моносахариди*** не підлягають реакції гідролізу. Найпоширенішими в природі моносахаридами є *пентози* (містять 5 атомів Карбону в молекулі) і *гексози* (містять 6 атомів Карбону в молекулі). Наприклад, $C_5H_{10}O_5$ — рибоза, $C_5H_{10}O_4$ — дезоксирибоза, $C_6H_{12}O_6$ — глюкоза і фруктоза.

• ***Дисахариди*** (*ди* — два) — сполуки, молекули яких утворені залишками двох моносахаридів, на які вони гідролізуються. Найпоширеніші дисахариди: *сахароза* (відома в побуті як цукор), *лактоза* (молочний цукор), *мальтоза* (солодовий цукор). Склад цих речовин передає молекулярна формула $C_{12}H_{22}O_{11}$.

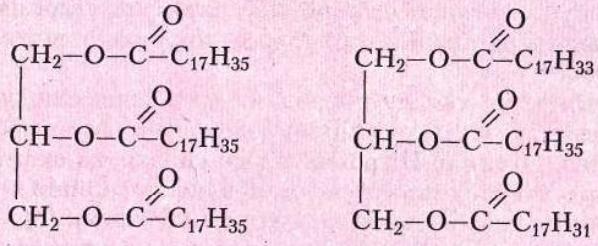
• ***Полісахариди*** (*полі* — багато) — природні високомолекулярні вуглеводи з відносною молекулярною масою від кількох сотень до сотень тисяч. Найпоширенішими представниками полісахаридів є *крохмаль* і *целюлоза*. Склад їх молекул передає загальна формула $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекули цих вуглеводів утворені із залишків молекул глюкози різної стереобудови.

• ***Естери*** — продукти взаємодії карбонових кислот і спиртів:



кислота спирт естер

• ***Жири*** — це естери трьохатомного спирту гліцеролу (гліцерину) і вищих карбонових кислот, наприклад:



• ***Білки*** — природні полімери складної будови, мономерами яких є α-амінокислоти.

• ***Нуклеїнові кислоти*** *(РНК — рибонуклеїнова, ДНК — дезоксирибонуклеїнова)* — природні полімери, структурними ланками молекул яких є *нуклеотиди*. До складу нуклеотиду входять сполучені між собою залишки *азотистої основи* — гетероциклічної сполуки з атомами Карбону й Нітрогену в циклі, *моносахариду* рибози $C_5H_{10}O_5$ чи дезоксирибози $C_5H_{10}O_4$ й *ортофосфатної кислоти*.

Уда́лою виявилася запропонована Є.-Я. Берцеліусом назва сполук Карбону — *органічні*. Якщо спершу вона орієнтувала на те, що ці речовини не можна одержати поза живим організмом, то нині органічні сполуки — це насамперед речовини, що входять до складу тіл живої природи. Крім того, вони є в складі нафти, природного газу, вугілля. Для сьогодення реальним став синтез нових сполук Карбону, невідомих у живій природі.

Пригадайте з вивченого на уроках біології взаємозв'язок будови біологічно важливих органічних сполук з їх функціями. Ці знання з біології допоможуть вам успішно опанувати зміст параграфа.

Багато природних органічних речовин беруть участь у процесах обміну речовин та енергії, без яких життя на Землі було б неможливим. Зазначені процеси злагоджено відбуваються в унікальній природній лабораторії — клітині живого організму.

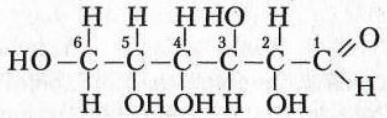
Найбільше представлені в живій природі *вуглеводи*, *жири*, *білки*. У меншій кількості, проте не менш важливими, є органічні

речовини інших груп, зокрема *нуклеїнові кислоти, вітаміни, барвники, органічні кислоти, запашні речовини*. Кожна група речовин виконує властиві їй функції, а всі разом вони забезпечують життєдіяльність організмів — ріст, розвиток, захист, відтворення собі подібних.

Щодо хімічного складу природних органічних сполук, то в ньому переважають кілька хімічних елементів, насамперед Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген. Класи сполук, до складу яких вони входять, стисло охарактеризовані в інформаційній довідці.

Зупинимося детальніше на характеристиці окремих органічних речовин, задіяних в обмінних процесах, що відбуваються в живій природі.

Глюкоза. Це біла кристалічна речовина, добре розчинна у воді, солодка на смак. Молекулярна формула $C_6H_{12}O_6$. Молекула глюкози може мати ациклічну і циклічну будову. У молекулі ациклічної будови порядок сполучення шести атомів Оксигену з атомами Карбону такий, що один атом Оксигену входить до складу альдегідної групи, а інші п'ять — до гідроксильних груп. Отже, це п'ятиатомний альдегідоспирт (нумерацію карбонового ланцюга розпочинають з атома Карбону альдегідної групи):



Така структурна будова молекул глюкози зумовлює їх здатність уступати в реакцію «срібного дзеркала» та зі свіжовиготовленим купрум(II) гідроксидом *(див. с. 42—43)*.

Природа цілком і повністю задовольняє потреби людини в глюкозі, а також в інших вуглеводах — сахарозі, крохмалі, целюлозі. Тому немає потреби добувати їх штучно.

Пригадайте, що називають фотосинтезом, за яких умов він відбувається. Поясніть схему, зображену на рисунку 8. Користуючись рисунком, напишіть рівняння реакції фотосинтезу.

Синтезований зеленою рослиною моносахарид глюкоза може нагромаджуватися в рослинах (зокрема, у клітинному соку плодів, надаючи їм солодкого смаку) або перетворюватися на дисахариди чи полісахариди. На глюкозу багаті мед, стиглі плоди плодово-ягідних культур, насамперед винограду, тому й з'явилася в глюкози інша назва — *виноградний цукор*.

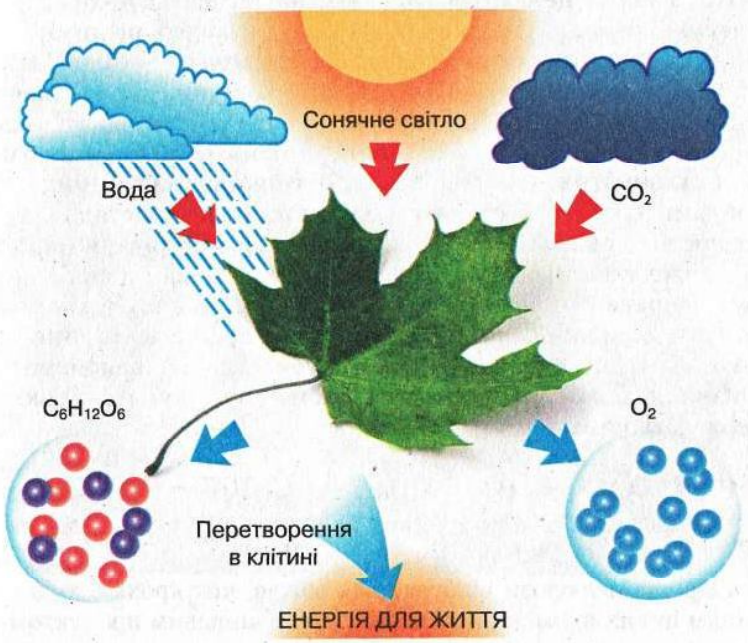


Рис. 8. *Схема фотосинтезу*

Глюкоза — універсальне джерело енергії для живих організмів, вона бере участь у багатьох реакціях обміну речовин. В організмі людини глюкоза є обов'язковим компонентом крові й лімфи. Вміст глюкози в крові — важливий показник стану здоров'я. Тому в діагностиці деяких захворювань (наприклад, цукрового діабету) здійснюють аналіз крові з визначення концентрації глюкози, за яким збереглася історична назва *проба на цукор*.

Сахароза. Це дисахарид рослинного походження, фізичні властивості якого подібні до властивостей глюкози. Молекулярна формула $C_{12}H_{22}O_{11}$. Унаслідок гідролізу сахарози утворюються два моносахариди — глюкоза і фруктоза. Найбільший уміст сахарози в коренеплодах цукрового буряка (майже 25 %) і стеблах цукрової тростини (майже 20 %), тому саме вони є сировиною для виробництва цукру. Унікальність цього виробництва полягає в тому, що речовину створила природа, а людині залишається тільки вилучити її в чистому вигляді.

Пригадайте загальну схему виробництва цукру, що вивчалася в 9 класі.

Крохмаль і целюлоза. Ви вже знаєте, що ці полісахариди, молекулярна формула яких $(C_6H_{10}O_5)_n$, є досить різними за фізичними властивостями сполуками. Крохмаль — білий, хрусткий на дотик, нерозчинний у холодній воді порошок (з гарячою водою утворює в'язкий клейстер). Целюлоза — тверда волокниста речовина. Відома всім вам вата — майже чиста целюлоза (її вміст становить приблизно 98 %). Відмінності між цими полісахаридами спостерігаються і в хімічних властивостях, зокрема здатності гідролізуватись. У разі швидкого нагрівання крохмалю з невеликою кількістю води відбувається частковий гідроліз з утворенням *декстринів*, що мають коротші, аніж у крохмалю, ланцюги. При випіканні хлібобулочних виробів декстрини утворюють хрустку скоринку, а в разі прасування накрохмаленої білизни надають їй блиску. При повному гідролізі крохмалю одержують глюкозу:

$$\underset{\text{крохмаль}}{(C_6H_{10}O_5)_n} \rightarrow \underset{\text{декстрини } (m < n)}{(C_6H_{10}O_5)_m} \rightarrow \underset{\text{мальтоза}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \rightarrow \underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6}$$

Гідроліз целюлози відбувається важче, ніж крохмалю, з утворенням інших проміжних речовин, проте кінцевим продуктом теж є глюкоза.

На основі теорії будови органічних сполук О. М. Бутлерова поясніть різні властивості крохмалю і целюлози.

Молекули крохмалю і целюлози відрізняються порядком сполучення мономерів під час синтезу, ступенем полімеризації й формою ланцюга. Якщо в целюлози він лише лінійний, то в крохмалю разом із лінійними макромолекулами, що характеризуються спіралеподібною структурою, наявні й розгалужені.

Крохмаль — це запасна речовина рослин, якої найбільше міститься в бульбах картоплі (майже 25 %), зернівках пшениці (майже 75 %) і рису (до 80 %). Целюлоза — основна конструкційна речовина стовбурів рослин, оболонок клітин. Достатньо зазначити, що стовбур дерева на 50 % і більше утворений із целюлози. Целюлозу широко застосовують у господарській діяльності для виготовлення штучних волокон, лаків, пластмас, вибухівки, меблів, будівельних матеріалів тощо. Поширення вуглеводів у природі зображено на рисунку 9.

Жири. Соняшникова чи кукурудзяна олія, вершкове масло чи сало, леткі рідини з приємним ароматом квітів чи фруктів мають подібну будову, оскільки утворені взаємодією спиртів

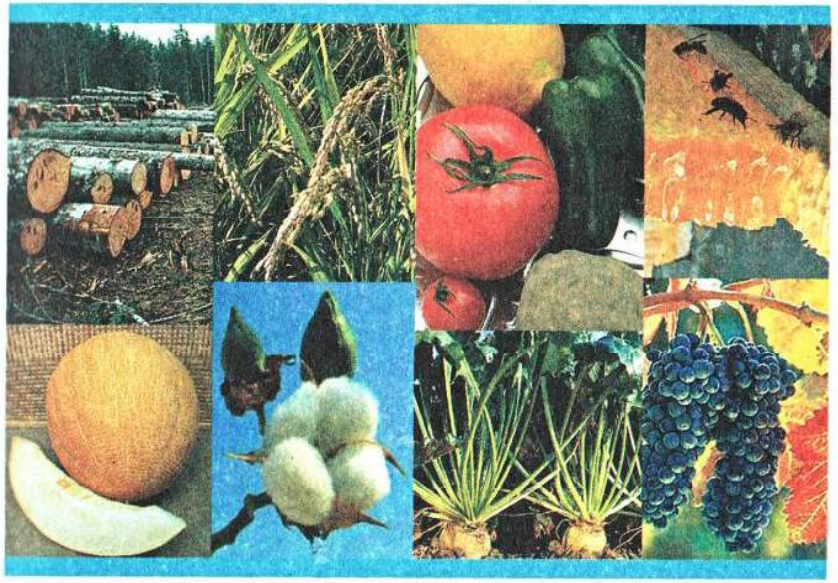
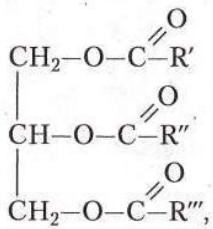


Рис. 9. *Вуглеводи в живій природі*

і карбонових кислот. Вони належать до класу оксигеновмісних речовин — ***естерів***. Молекули естерів, що зумовлюють неповторні аромати квітів і фруктів, містять залишки одноатомних спиртів і нижчих карбонових кислот — кислот із невеликим умістом атомів Карбону (менше 10). Естери, що містять залишок гліцеролу (гліцерину) і вищих карбонових кислот (більше 10 атомів Карбону), дістали назву *жири*. Загальна формула жирів:



де R′, R″, R‴ — залишки вищих карбонових кислот.

Природні жири за походженням поділяють на тваринні й рослинні.

Жири тваринного походження (свинячий, яловичий, баранячий жир, вершкове масло) містять залишки насичених вищих

карбонових кислот і є переважно твердими (виняток — риб'ячий жир). Досить поширені в їх складі залишки таких вищих карбонових кислот, як пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$, маргаринова $C_{16}H_{33}COOH$, стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$ та деякі інші.

Жири рослинного походження, їх ще називають ***оліями***, містять здебільшого залишки ненасичених вищих карбонових кислот, зокрема олеїнової $C_{17}H_{33}COOH$, і мають переважно рідкий агрегатний стан (наприклад, соняшникова, кукурудзяна, оливкова олії). Проте існують і тверді жири рослинного походження (пальмова й кокосова олія).

Зверніть увагу, що у формулах пальмітинової, маргаринової і стеаринової кислот містяться одновалентні залишки насичених вуглеводнів (замісники $-C_{15}H_{31}$, $-C_{16}H_{33}$, $-C_{17}H_{35}$), тоді як в олеїновій кислоті наявний одновалентний залишок ненасиченого вуглеводню $-C_{17}H_{33}$.

З поширенням жирів у природі та жирами як продуктами харчування ознайомтеся за рисунком 10.

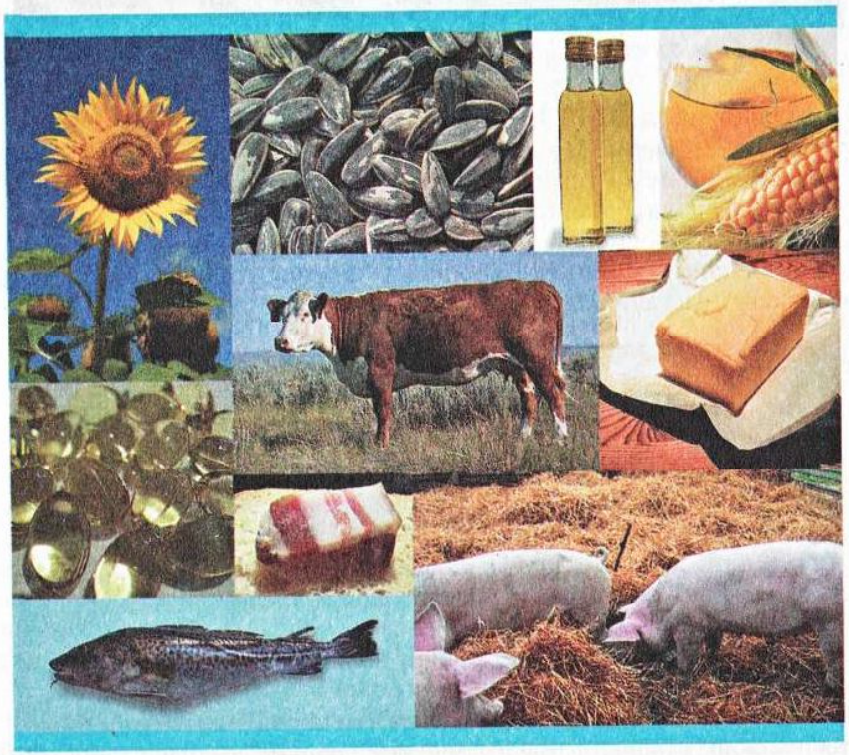


Рис. 10. *Жири в природі та харчова продукція з них*

Білки. Ці складні нітрогеновмісні біополімери входять до складу всіх організмів. Учені дослідили понад 1000 білків, окремі з них вдалося синтезувати. Синтез білка — настільки важлива й складна наукова робота, що вченим, які цим займалися, неодноразово присуджувалася Нобелівська премія (1958, 1962, 1968, 2009 рр.).

Найбільше білків у шкірі, м'язах, хрящах, нігтях, волоссі. Білкову природу також мають: *ферменти* — каталізатори хімічних реакцій в організмах; *гемоглобін* — речовина в складі крові людини і деяких тварин, що забезпечує перенесення кисню; *антитіла* — речовини, що продукуються імунною системою і чинять руйнівну дію на віруси та мікроби, які потрапляють до організму. Високим є вміст білків в ікринках риб і земноводних, яйцях птахів.

Пригадайте з курсу біології особливості розмноження риб, земноводних, птахів та обґрунтуйте необхідність великого вмісту білка в ікринці та яйці.

Мономерами білків є 20 α-амінокислот. Кожен білок характеризується різною кількістю амінокислотних залишків і послідовністю їх сполучення в полімері. «Відповідальними» за синтез білків природа «призначила» нуклеїнові кислоти.

Пригадайте з вивченого на уроках біології, як відбувається синтез білка в клітині.

Склад білків організму людини залежить від статі, віку, кулінарних уподобань та інших чинників.

Структурні рівні організації речовин. Загальнонаукові й філософські погляди на єдність матеріального світу, науково-природничу картину світу стали підґрунтям для розгляду органічних речовин за рівнями структурної організації. У хімії такою, що відповідає сучасному стану розвитку науки, є трирівнева структурна організація речовин. Рівні дістали назви: *атомний, молекулярний, полімерний*. Як вам відомо, серед органічних речовин немає простих речовин, а тому органічним сполукам властиві останні два рівні. Крім того, цілісність знань про рівні структурної організації органічних речовин у загальнонауковому і філософському аспектах детермінувала виокремлення ще одного рівня, але вже в біологічній науці. Його назвали *клітинним*.

Пригадайте рівні організації живої природи.

Розглянемо та порівняємо ознаки молекулярного й полімерного рівнів організації органічних речовин.

На молекулярному рівні структурними одиницями речовини є молекули, які мають сталий якісний і кількісний склад і сталу відносну молекулярну масу, характеризуються наявністю переважно ковалентних зв'язків. Будова молекул — лінійна, розгалужена, циклічна. На цьому рівні в речовини існують структурні ізомери, вона має певну просторову будову.

На полімерному рівні структурною одиницею речовини є макромолекула. Склад макромолекул змінний, відносна молекулярна маса характеризується середнім значенням (виняток становлять білки й нуклеїнові кислоти). Властивості полімерної речовини залежать: від ступеня полімеризації, а він, як відомо, може перебувати в широких межах; порядку сполучення структурних ланок у макромолекулах; взаємного просторового розміщення замісників відносно головного ланцюга. У речовин полімерного рівня наявні не лише ковалентні, а й міжмолекулярні зв'язки.

Речовини обох рівнів структурної організації мають молекулярні кристалічні ґратки.

На **полімерному рівні** організації речовин властивості органічних сполук залежать насамперед від складу структурних ланок і ступеня полімеризації.

Для більш повної характеристики рівня структурної організації речовин розглядають також їх просторову будову. У просторовій будові речовин полімерного рівня простежуються різні *конформації*.

Конформації — геометричні форми, яких можуть набувати молекули органічних сполук під час обертання атомів чи груп атомів (замісників) навколо простих зв'язків зі збереженням хімічної будови, довжини зв'язків і валентних кутів.

Показовими в цьому плані є білки. Ви вже знаєте про первинну, вторинну, третинну й четвертинну структури білкових молекул. Різні конформації ділянок поліпептидних ланцюгів і зв'язки, що виникають між ними, зумовлюють їх просторові форми. Пересвідчитись у цьому допоможе рисунок 11.

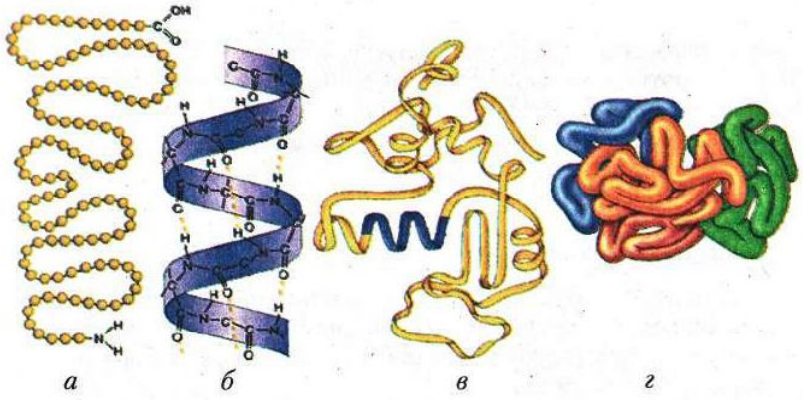


Рис. 11. *Структури білкових молекул: а — первинна (ланцюжок із залишків молекул амінокислот); б — вторинна (α-спіраль); в — третинна; г — четвертинна*

Нотатки на повсякчас

Багато з вас п'ють чай із цукром і лимоном. Та, мабуть, не всі знають, що кружальце лимона в чашці солодкого чаю — це не лише смакова добавка, а й каталізатор, що сприяє швидшому гідролізу сахарози й надходженню утворених продуктів у кров.

З вуглеводів людина найбільше споживає сахарозу (цукор). Українці ж здавна майструють вулики, розводять бджіл для того, щоб мати запашний, солодший за цукор і цілющий мед. І дотепер бджільництво поціноване в Україні. У структурі Національної академії аграрних наук України функціонує Інститут бджільництва імені Т. І. Прокоповича, при якому організовано лабораторію якості продукції, Національний музей бджільництва.

Кожний мед має своєрідний смак, колір, індивідуальний склад речовин — майже 300. Проте основними в складі всіх сортів меду є два вуглеводи — глюкоза та її ізомер — фруктоза. На них припадає в середньому 80 % загальної маси меду (фруктози дещо більше за глюкозу), тоді як сахарози в меду майже 5 %. Уміст води в складі меду змінюється від 15 до 21 %. Із збільшенням кількості глюкози підвищується здатність меду до кристалізації, а фруктоза додає йому солодкості. Мед гігроскопічний, тому його потрібно зберігати закритим.

Глюкоза і фруктоза потрапляють до меду з нектару квіток переважно в готовому вигляді, деякі компоненти цього цілющого продукту утворюються внаслідок хімічних реакцій

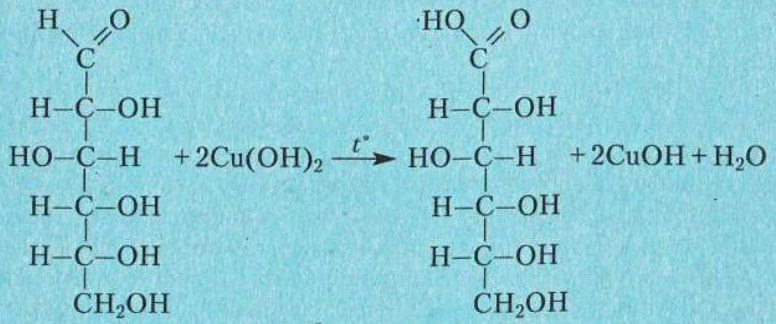
у комірках стільників. До складу меду входять також сполуки, що надають йому неповторного аромату, вітаміни, органічні кислоти та деякі інші речовини. Все це разом робить мед смачним і цілющим.

Ерудитам на замітку

Аналіз деяких продуктів харчування передбачає визначення наявності в них крохмалю, глюкози, сахарози. Ви також можете провести розпізнавання цих речовин у лабораторних умовах і навіть удома.

Крохмаль виявляють за допомогою розчину йоду. Вміст навіть незначної кількості крохмалю в досліджуваному продукті спричинить посиніння розчину йоду. Цим можна скористатися для того, аби переконатися, що куплена вами сметана не містить крохмалю.

Розчини глюкози й сахарози зовні нічим не відрізняються. Тому розпізнавання можна провести за допомогою купрум(II) гідроксиду за наявності лугу чи за допомогою амоніачного розчину аргентум(I) нітрату $AgNO_3$. Під впливом купрум(II) гідроксиду розчин глюкози набуває інтенсивного синього забарвлення, що *характерно для багатоатомних спиртів*. Під час подальшого нагрівання цього розчину колір поступово змінюється на жовтий, характерний для купрум(I) гідроксиду, а згодом випадає червоно-оранжевий осад купрум(I) оксиду. Альдегідна група глюкози при цьому *окиснюється*, утворюється глюконова кислота:

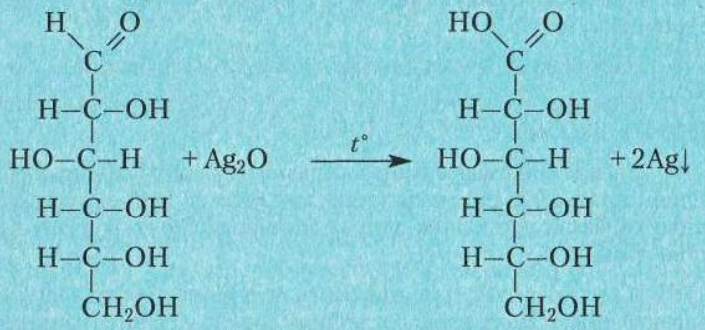


$$2CuOH \xrightarrow{t^\circ} Cu_2O + H_2O$$

При нагріванні розчину глюкози з амоніачним розчином аргентум(I) нітрату спостерігається осідання срібла на стінках

колби (рис. 12). Через це реакція дістала назву *«реакція срібного дзеркала»*. Описаний процес відображають рівняння реакцій:

$$2AgNO_3 + 2NH_4OH = Ag_2O + 2NH_4NO_3 + H_2O$$

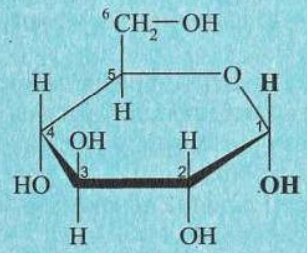


На відміну від глюкози для сахарози ці якісні реакції не характерні.

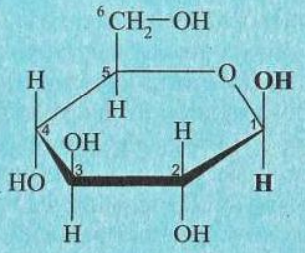
Поміркуйте, як експериментальним шляхом розпізнати натуральний мед і штучний — одержаний кристалізацією сахарози з додаванням крохмалю.

Рис. 12. *Колба, укрита шаром срібла*

Молекули глюкози можуть бути як ациклічної *(див. с. 34)*, так і циклічної будови, шестичленний цикл яких утворений з 5 атомів Карбону й 1 атома Оксигену:



α-глюкоза



β-глюкоза

Відмінність у цих двох формулах полягає в різному просторовому розміщенні гідроксильної групи –OH біля першого атома Карбону.

Перевірте себе

1. Назвіть відомі вам групи органічних сполук, наявні в живій природі.

2. Складіть розповідь про поширення в природі: а) вуглеводів; б) жирів; в) білків.

3. Наведіть відомі вам класифікації вуглеводів, жирів.

4. Поясніть особливості складу і будови молекул: а) вуглеводів; б) жирів; в) білків.

5. На підставі узагальнення вивченого складіть таблицю «Поширення органічних сполук у живій природі», у якій зазначте: назву сполуки, назви природних джерел органічної сполуки, фізичні властивості сполук.

6*. У складі малих груп проведіть пошукову роботу з виконання проекту «Вміст природних органічних сполук у різних тканинах і органах людини».

7*. Як експериментально розпізнати розчини сахарози і глюкози?

§ 5. Жири, білки, вуглеводи як компоненти їжі, їх роль в організмі

Інформаційна довідка

• Однією з ознак живої природи є *живлення*, завдяки якому організми забезпечують себе речовинами для побудови власного тіла та енергією для життєдіяльності (росту й розвитку, руху, розмноження тощо).

• Постійні витрати організмами речовин і енергії потребують регулярного надходження достатньої кількості вуглеводів, жирів, білків. Унаслідок фотосинтезу рослини самі забезпечують себе органічними речовинами, необхідними для росту й розвитку. На відміну від них тварини і людина переважну більшість органічних речовин отримують з їжею.

• Залежно від джерел надходження органічних речовин як компонентів їжі організми поділяють на *рослиноїдні*, *м'ясоїдні* та *всеїдні*. Людина (як біологічний вид *Homo sapiens*) належить до всеїдних істот.

Такі компоненти їжі, як жири, білки, вуглеводи не включаються в структури тіла людини в спожитому вигляді. З біології вам відомо, що спершу в органах травлення вони зазнають хімічних перетворень, унаслідок яких розщеплюються (гідролізуються) на молекули речовин, з яких колись утворилися.

Полісахариди і дисахариди гідролізуються на моносахариди, жири — на гліцерол (гліцерин) і карбонові кислоти, білки — на амінокислоти.

Жири як компоненти їжі, їх біологічна роль. Організм людини з продуктами харчування отримує жири як рослинного, так і тваринного походження. Щодо рослинної їжі, то найбільше жирів ми споживаємо у вигляді різних сортів олії, а також із насінням соняшнику чи гарбуза, плодами грецького горіха чи оливок тощо.

Надходження жирів тваринного походження відбувається переважно при споживанні сала, м'яса, риби, твердого сиру, сметани, вершкового масла, молока тощо. Однією з основних біологічних функцій жирів є *енергетична*, адже при окисненні 1 г жиру виділяється вдвічі більше енергії, ніж при окисненні такої самої порції білка. Разом з тим жири виконують й інші функції: *захисну* (підшкірний шар жиру у тварин захищає їхній організм від переохолодження); *транспортну* (транспортують жиророзчинні вітаміни); *резервну* (деяким організмам, наприклад верблюдам, властиве відкладання жирів «про запас» із подальшим їх використанням у разі відсутності корму і води); *структурну* (входять до складу клітинних мембран).

Достатня кількість жирів у харчовому раціоні людини — запорука стійкого імунітету, злагодженої роботи нервової системи. Надмірне споживання жирів може спричинити розлади в обміні речовин і призвести до різних захворювань.

Поняття про незамінні кислоти. У складі олій та риб'ячого жиру до організму людини надходять залишки ***вищих карбонових кислот*** (інша назва ***жирні кислоти***):

олеїнової
$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$, або $C_{17}H_{33}COOH$

лінолевої
$CH_3(CH_2)_3(CH_2CH{=}CH)_2(CH_2)_7COOH$, або $C_{17}H_{31}COOH$

ліноленової
$CH_3(CH_2CH{=}CH)_3(CH_2)_7COOH$, або $C_{17}H_{29}COOH$

арахідонової
$CH_3(CH_2)_4(CH{=}CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$, або $C_{19}H_{31}COOH$

Вуглеводневі замісники перших трьох складаються з 17 атомів Карбону, але ланцюг олеїнової кислоти містить один подвійний зв'язок, у складі лінолевої кислоти є два подвійні зв'язки, у ліноленової — три ізольовані подвійні зв'язки. Замісник арахідонової кислоти побудований з 19 атомів Карбону і містить чотири ізольовані подвійні зв'язки. Ці кислоти забезпечують здоровий стан шкіри й волосся, виконують регуляторні функції, зокрема нормалізують жировий обмін, допомагають зниженню ваги. При їх гострій нестачі уповільнюється ріст, виникають захворювання шкіри (дерматити).

Жирні кислоти, а також амінокислоти поділяють на замінні й незамінні.

Замінні кислоти, наприклад олеїнова C17H33COOH і пальмітинова $C_{15}H_3iCOOH$, можуть утворюватися в організмі людини.

Незамінними називають кислоти, які не синтезуються організмом людини, а тому мають надходити до нього з продуктами харчування чи лікарськими препаратами. Так, незамінними для людини жирними кислотами є лінолева $C_{17}H_3iCOOH$ й арахідонова $C_{19}H_3iCOOH$ (хоча за певних умов організм може синтезувати її). Цікаво, що у 12 чайних ложках соняшникового насіння міститься добова потреба людини в цій кислоті.

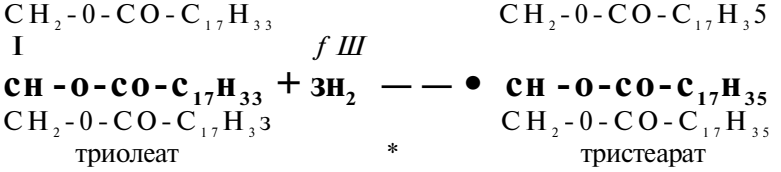
Ви вже з'ясували, що жири тваринного походження та олії відрізняються між собою хімічною будовою молекул (див. § 4).

ЦП

До складу молекул олій входять переважно залишки ненасичених вищих карбонових кислот (олеїнової, лінолевої, ліноленової, арахідонової), до складу молекул твердих жирів тваринного походження — переважно залишки насичених вищих карбонових кислот (пальмітинової, маргаринової, стеаринової).

Як ви вважаєте, що економічно вигідніше в одержанні жирів — вирощування соняшнику чи вигодовування свиней?

Звісна річ, що вирощування соняшнику потребує значно менших затрат. Тому вчені запропонували спосіб отримувати дешеві тверді жири з олії шляхом її *гідрування (гідрогенізації)* — приєднання водню (за участю каталізатора і нагрівання). Покажемо це на прикладі жиру з трьома залишками олеїнової кислоти $C_{17}H_3зCOOH$ у молекулі:



У такий спосіб із залишків ненасичених карбонових кислот утворюються залишки насичених кислот, рідкий жир перетворюється на твердий.

Одержана тверда маса дістала назву *саломас.* З неї виготовляють маргарини, спреди (суміші молочних і рослинних жирів), додаючи різні поживні речовини, барвники, ароматизатори та інші харчові добавки.

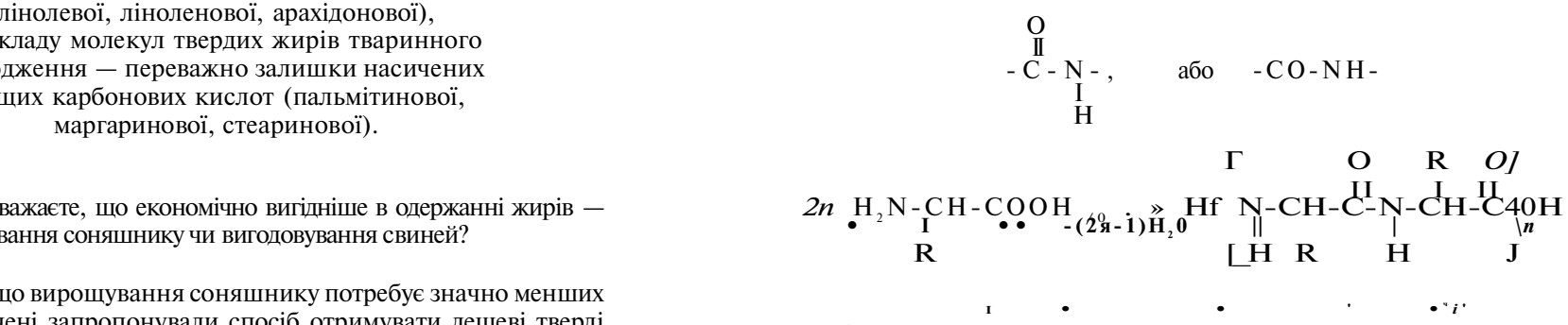
Білки як компоненти їжі. Вам уже відомо, що амінокислоти, у молекулах яких аміногрупа $-NH_2$ і карбоксильна група -COOH розміщені біля одного атома Карбону (а-амінокислоти), є мономерами природних біополімерів — білків. їх загальна формула:

$$H_2N-CH-COOH, \quad \text{або} \quad H_2N-CH(R)-COOH$$

R

Пригадайте з курсу біології 10 класу, які амінокислоти є мономерами білкових молекул.

Відомо понад 100 амінокислот, однак до складу білкових молекул входять залишки лише 20 ос-амінокислот, сполучених *пептидним зв'язком:*



Зелені рослини й чимало бактерій здатні синтезувати амінокислоти. У тварин і людини ця здатність обмежена. Забезпечення їхніх організмів білками й амінокислотами відбувається при споживанні корму та їжі. Для людини багатими на білки продуктами харчування є риба, м'ясо, яйця, ікра, хліб, молоко. Якщо вміст білків у їжі

перевищує добову потребу в них людини, то це не шкодить організмові, оскільки надлишок амінокислот використовується ним як джерело енергії.

Подібно до жирних кислот, серед амінокислот розрізняють замінні й незамінні. Замінні кислоти організм людини синтезує сам за наявності надлишку інших ос-амінокислот, а незамінні має отримувати з їжею. Для людини незамінними є такі амінокислоти (ознайомтеся з ними, формули запам'ятовувати необов'язково):

валін $H_2N-CH-COOH$
CH
$CH_3 CH_3$

ізолейцин $CH_3-CH_2-CH-COOH$
$CH-CH_3$
CH_3
CH_3

метіонін $H_2N-CH-COOH$
CH_2
CH_2
$S-CH_3$

триптофан $H_2N-CH-COOH$
CH_2
NH

лізин $H_2N-CH-COOH$
CH_2
CH_2
$CH_2-CH_2-NH_2$

дейцин $H_2N-CH-COOH$
CH_2
$CH_3-CH-CH_3$

треонін $H_2N-CH-COOH$
CH
CH_3OH

фенілаланін $H_2N-CH-COOH$
CH_2
C_6H_5

гістидин $H_2N-CH-COOH$
CH_2
$C_3H_3N_2$

аргінін $H_2N-CH-COOH$
CH_2
CH_2
$CH_2-NH-C(=NH)-NH_2$

Аргінін віднесено до незамінних амінокислот тому, що організм новонароджених дітей та дітей раннього віку неспроможний синтезувати добову норму аргініну. З віком перелік незамінних кислот дещо змінюється, і в людей похилого віку він менший.

Якщо раціон людини багатий такими продуктами харчування, як м'ясо, яйця, молоко, сир (рис. 13), то підстав хвилюватися стосовно амінокислотного дисбалансу немає. Пояснюється це тим, що більшість білків тваринного походження мають подібний до білків людини амінокислотний склад. Білки ж рослинного походження бідніші на незамінні амінокислоти, ніж тваринні. Найбільший уміст білків у зернівках злакових, особливо пшениці, плодах бобових культур (соя, горох, квасоля).

Рис. 13. *Продукти з високим умістом білків*

Функції білків. Порівняно з усіма іншими органічними сполуками біологічна роль білків найрізноманітніша. Про їх *енергетичну* функцію вже згадувалося. У разі використання білків як джерела енергії вони розкладаються на продукти, що виводяться з організму з потом і сечею. Це амоніак NH_3 і карбамід (або сечовина) $(NH_2)_2CO$ — основний кінцевий продукт розпаду білків в організмі людини.

Водночас важливішою за енергетичну є *будівельна,* або *структурна,* функція білкових молекул. Вона полягає в тому, що з молекул білків побудовані клітинні мембрани, білки входять до складу майже всіх клітинних структур, а також це основні речовини м'язів.

Білкову природу мають хрящі, сухожилля, нігті, кігті, пір'я, волосся.

Захисна функція білків відзначається різноманітністю. Білки шкірних покривів захищають організм зовні. Білки із загальною назвою *інуноглобуліни* знешкоджують хвороботворні бактерії та віруси всередині організму. Білкові сполуки крові здатні захистити організм від її втрати при неглибоких порізах.

Пригадайте механізм зсідання крові. Яка роль у ньому належить білкам?

Ще одна функція білків — *ферментативна,* або *каталітична.* В організмі тварин і людини за лічені секунди злагоджено й з великою швидкістю відбуваються найскладніші реакції, на яких ґрунтується обмін речовин та енергії. Унікальним є те, що для їх перебігу достатньо температури +36-38 °С та нормального атмосферного тиску. Все це відбувається завдяки наявності та ефективному впливу на хімічні перетворення в клітинах майже 2 тисяч видів ферментів.

Ферменти — каталізатори білкової природи, що в мільйони і мільярди разів прискорюють хімічні реакції у живих системах (неорганічні каталізатори збільшують швидкість хімічних реакцій у сотні і тисячі разів).

За участю ферментів відбуваються практично всі біохімічні процеси в клітині.

Пригадайте визначення каталізаторів, наведіть відомі вам приклади каталітичних реакцій у неорганічній і органічній хімії.

Білки м'язів наділені *скорочувальною,* або *руховою,* функцією, завдяки якій клітина, тканина чи увесь організм можуть рухатись, змінювати форму.

Запасна функція білків виразно простежується на прикладі ендосперму насіння рослин, яйцеклітин риб, земноводних, птахів. Ця функція особливо важлива на початкових етапах розвитку нового організму.

Отже, перелік біологічних функцій білків достатньо великий і може бути продовжений.

Вуглеводи як компоненти їжі та їх роль в організмі. На відміну від жирів і білків, що надходять в організм людини як з рослинною, так і з тваринною їжею, вуглеводи (моносахариди, дисахариди, полісахариди) — це компоненти переважно рослинної їжі. їх

уміст становить понад 80 % сухої речовини, тоді як їжа тваринного походження містить лише 2 % вуглеводів. Головна функція вуглеводів — *енергетична.* Майже 70 % енергії, що виробляється в організмі людини, є продуктом обміну вуглеводів.

Вуглеводи — основний енергетичний матеріал клітин. У травній системі відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням моносахаридів, які кров постачає клітинам, де внаслідок окиснення виділяється енергія, утворюються вуглекислий газ і вода.

Добова потреба людини в білках, жирах і вуглеводах залежить від віку, способу життя, професії, стану здоров'я тощо. Та за будь-яких умов споживання вуглеводів у 4-5 разів перевищує споживання жирів і білків.

Більшу частину добової норми вуглеводів організм людини отримує з рослинної їжі у вигляді крохмалю (картопля, хліб, крупи, макарони), меншу — у вигляді глюкози (соки, фрукти) і сахарози (цукор). З м'ясом надходить невелика кількість *глікогену* — полісахариду тваринного походження.

Клітковина, або *целюлоза,* для людини не має харчової цінності, оскільки стійка проти дії ферментів і в організмі не піддається гідролізу. Проте її по праву можна зарахувати до рослинних компонентів їжі, адже вживання клітковини є обов'язковим для нормалізації роботи кишечника, виведення з організму шкідливих речовин тощо. Основне джерело клітковини для організму людини — фрукти й овочі. Крім того, на клітковину багаті висівки, з яких спеціально для збільшення надходження клітковини в організм людини випікають висівковий хліб.

Значення органічних речовин для розв'язання сировинних проблем. Природні органічні сполуки — не лише корисні компоненти їжі, окремі з них використовуються також як сировина в різних виробництвах. Це стосується передусім деревини, що на 50 % складається з целюлози і є цінним будівельним матеріалом, сировиною целюлозно-паперової промисловості, виробництва штучних (ацетатне, віскозне) волокон. Крохмаль, а також цукор у промислових масштабах використовують для виробництва медичного спирту, а целюлозу — спирту технічного призначення. Окремі види клею мають білкове походження. Етанол як розчинник і знезаражувальний засіб, крохмаль як наповнювач пігулок, вата, глюкоза та інші речовини і вироби з них набули широкого застосування у фармацевтичній промисловості. На основі багатьох природних органічних сполук виготовляють косметичну продукцію.

Нотатки на повсякчас

У 9 класі ви ознайомилися з поняттям *денатурації* білків — руйнування їх природної просторової структури (вторинної, третинної, четвертинної, але зі збереженням первинної). Термічну денатурацію білків господарки здійснюють майже щодня, готуючи страви з м'яса чи яєць тощо.

Білки курячого яйця легко гідролізуються й швидко всмоктуються в кров, тамуючи відчуття голоду. Завдяки денатурації білків при відварюванні яєць прискорюється їх розпад у шлунково-кишковому тракті. Дієтологи радять вживати некруті яйця.

Денатурація білків дуже рідко буває оборотною. На щастя, цей випадок має місце при такому захворюванні, як струс мозку. Для того щоб результат лікування був позитивним, потрібно неухильно дотримуватися рекомендацій лікаря.

Ерудитам на замітку

Останнім часом на продуктах харчування зарясніли такі написи: «Не містить ГМО», «Без ГМО» (рис. 14). Що вони означають?

Проблема забезпечення людей достатньою кількістю продуктів харчування в наші дні досить актуальна. Один із способів її вирішення запропонувала *генна інженерія*. Він полягає в тому, що на генному рівні змінюють генетичний матеріал (ДНК), унаслідок чого організм набуває нових якостей. Нині вдалося модифікувати понад 60 видів рослин. Наприклад, виведено сорти картоплі, яку не їдять колорадські жуки, зернові культури, які не їдять комахи, стійкі до засобів боротьби з шкідниками й бур'янами. В окремих випадках зміни на генному рівні прискорюють ріст рослин, дозрівання плодів тощо.

Рис. 14. *Маркування продукції, що не містить генетично модифікованих організмів*

Детальніше з досягненнями генної інженерії ознайомтеся за таблицею 4.

Таблиця 4

Генетично модифіковані культури (ГМК), їх властивості та використання

ГМК	Набуті властивості	Використання
Соя	Стійкість до шкідників, гербіцидів, посухостійкість	Білок використовують у виготовленні м'ясних і рибних консервів, напівфабрикатів, молочних продуктів (зокрема, у дитячому харчуванні), кондитерських виробів. Порошок сої додають у ковбасу
Картопля	Стійкість до шкідників, висока врожайність	Крохмаль додають у чіпси, пюре швидкого приготування
Кукурудза	Стійкість до гербіцидів, шкідників, посухостійкість	Борошно входить до складу хліба, макаронів; крохмаль додають у м'ясні й рибні консерви, напівфабрикати, соуси (кетчуп, майонез), кондитерські вироби
Томати	Стійкість до грибкових захворювань, патогенних бактерій, шкідників, морозо- і посухостійкість. Мають бездоганний вигляд, довго зберігаються	Плоди споживають у їжу, а також переробляють на пасту, яку використовують у виготовленні кетчупів, піци, соусів, соків
Пшениця	Стійкість до гербіцидів, грибкових захворювань, посухостійкість	Борошно використовують у виготовленні хлібобулочних і кондитерських виробів, із зерна варять пшеничне пиво

Продовж, таблиці 4

ГМК	Набуті властивості	Використання
Яблука	Стійкість до грибкових захворювань, бактерій, шкідників	Плоди споживають у їжу. Пюре використовують для виготовлення соків, напоїв, солодощів (мармелад, джеми)

Досягнення генної інженерії викликають не тільки захоплення, а й занепокоєння. Адже результати досліджень, які б гарантували, що споживання ГМО не матиме негативних наслідків для людини та її нащадків, відсутні з тієї простої причини, що достовірними будуть лише результати в третьому поколінні, тобто приблизно через 70-75 років. Тому існують побоювання, що генетично модифіковані продукти можуть спричинити зміни генотипу людини, а це дуже небезпечно. І доти, доки не буде достовірного спростування чи підтвердження впливу ГМО на генотип людини, проблема залишається невирішеною. Задля послаблення суспільного напруження, спричиненого появою в Україні генетично модифікованих продуктів, з 1 липня 2009 р. набула чинності постанова Кабінету Міністрів України «Про застосування порядку етикетування харчових продуктів, які містять ГМО або вироблені з їх використанням та введені в обіг», а з 9 листопада 2010 р. — «Про затвердження переліку харчових продуктів, у яких здійснюється контроль генетично модифікованих організмів (ГМО)».

Медики радять не нехтувати власним здоров'ям й уникати продуктів з маркуванням «Містить ГМО», надавати перевагу продуктам, вирощеним на власному городі.

Перевірте себе

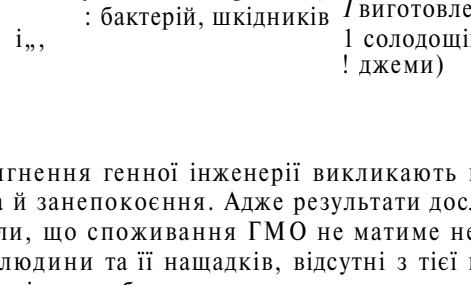
1. Наведіть приклади продуктів із найбільшим умістом: а) білків; б) жирів; в) вуглеводів.

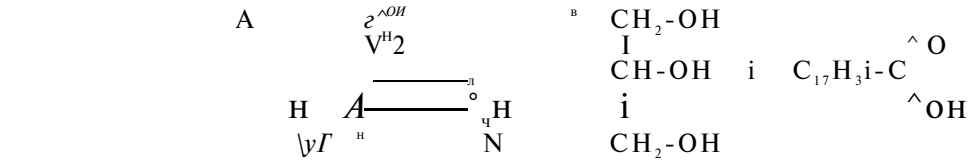
2. Установіть відповідність між компонентом їжі та продуктом із високим його вмістом

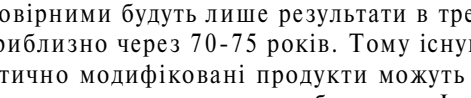
1	крохмаль	А	виноград
2	глюкоза	Б	соняшникове насіння
3	олія	В	картопля
4	білок	Г	сало
		Д	куряче яйце

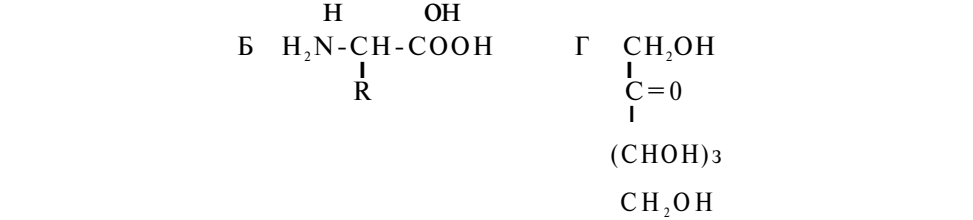
3. Укажіть продукти гідролізу крохмалю
   А амінокислоти
   Б фруктоза і глюкоза
   В декстрини і глюкоза
   Г гліцерол і карбонові кислоти

4. Укажіть і назвіть продукти гідролізу білків

А 

В 

Б 

Г 

5. Які кислоти називають *незамінними?* Поясніть походження цієї назви.

6. Дайте визначення ферментів, охарактеризуйте їх значення в організмі.

7*. Виконайте груповий проект із дослідження конкретної рослини чи родини рослин як джерела одного з компонентів їжі. За результатами дослідження підготуйте презентацію, у якій відобразіть морфологію рослини (родини), хімічний склад і вміст поживної речовини (речовин), біологічну роль, технологію вирощування чи збирання, основні способи переробки й використання.

8*. Організуйте і проведіть диспут на тему «Вегетаріанство — небезпечне захоплення чи чудодійна панацея?».

© Енергетична цінність печінки великої рогатої худоби — 53 ккал на 100 г продукту, енергетична цінність свинини — 268 ккал на 100 г продукту. Скільки печінки треба спожити, аби забезпечити організм такою самою кількістю енергії, що й при споживанні 50 г свинини?

§ 6. Вітаміни як компоненти їжі, їх біологічна роль. Харчові добавки, Е-числа

Поняття про вітаміни. Нині ні в кого не викликає сумніву твердження про те, що вітаміни необхідні для життєдіяльності людини і тварин.

Вітаміни — низькомолекулярні органічні сполуки різних класів, які в невеликих кількостях, але неодмінно потрібні для забезпечення нормальної життєдіяльності організмів.

Виокремлення вітамінів як групи речовин відбулося не за подібністю будови й хімічних властивостей сполук, а за їх спільним значенням у живій природі — за *біологічною роллю*.

Ще півтора століття тому про вітаміни й гадки не мали, однак наслідки їх нестачі, що призводили до тяжких захворювань на рахіт, курячу сліпоту, цингу та деякі інші, були відомі.

Пригадайте з біології причини й симптоми цих захворювань.

Вивченням складу і властивостей вітамінів займався російський лікар М. І. Лунін. Учений експериментально довів, що для нормального функціонування організмів тварин і людини, крім органічних сполук білків, жирів і вуглеводів, необхідні й інші, невідомі на той час компоненти їжі. Після відкриття їх назвали *вітамінами* (від латин. *vita* — життя). Нині вченим вдалося отримати вітаміни в чистому вигляді, дослідити їх будову й властивості, завдяки чому з'явилася можливість синтезувати вітаміни за межами живого організму, тобто налагодити промислове виробництво.

До вітамінів належать понад 20 органічних речовин природного походження, чимало їх аналогів синтезовано хімічним шляхом. Вітаміни, окрім назви, мають умовні позначення великими літерами латинського алфавіту.

З позначеннями, назвами вітамінів і середньою добовою потребою дорослої людини в них ознайомтеся за таблицею 5.

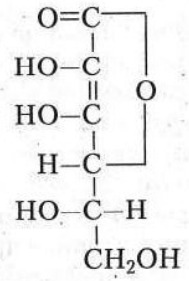
Таблиця 5

Вітаміни та потреба в них дорослого організму

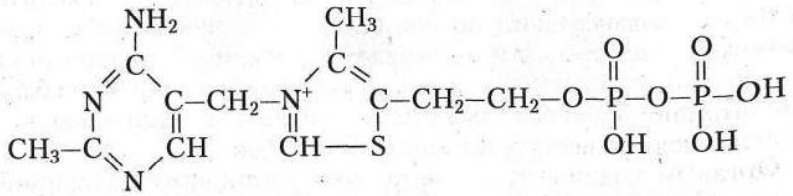
Позначення	Назва	Середня добова норма
C	Аскорбінова кислота	100–200 мг (лікувальна доза до 2 г)
B_1	Тіамін	1,1–1,5 мг
B_2	Рибофлавін	1–3 мг
B_6	Піридоксин	2–2,2 мг
B_{12}	Ціанкобаламін	3 мкг
PP	Ніацин, нікотинова кислота	20–25 мг
H	Біотин	150–200 мкг
K	Нафтохінони	0,5 мг
A	Ретинол	1 мг
D	Кальциферол	10–25 мкг
E	Токоферол	10 мг

З наведених для ознайомлення (не для запам'ятовування) формул бачимо, що вітаміни мають досить різноманітну хімічну будову:

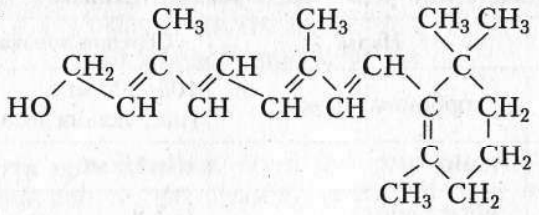
вітамін C



вітамін B_1



вітамін А



Склад вітамінів характеризується обов'язковою наявністю атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену й Нітрогену. Проте існують вітаміни, якісний склад яких доповнений атомами інших хімічних елементів.

За здатністю розчинятися у воді вітаміни поділяють на *водорозчинні* (наприклад, С, РР, B_1, B_2) і *жиророзчинні* (наприклад, А, Е, К, D). Водорозчинні вітаміни не накопичуються в організмі людини, тому мають надходити постійно. Для засвоєння жиророзчинних вітамінів вітаміноносні страви приправляють жирами.

Вітаміни і здоров'я людини. Потреба у вітамінах кожної людини індивідуальна й залежить від віку, стану здоров'я і навіть пори року. Найбільше організм людини потерпає від нестачі двох вітамінів — С і B_1.

У тому, що вітаміни потрібні в дуже малій кількості, переконує таке порівняння: якщо зібрати разом усі вітаміни, що становлять добову норму людини, то вони матимуть розмір, менший за насінину проса. Проте для здоров'я людини важлива не маса, а біологічна роль вітамінів.

Організм людини дуже чутливий до вмісту в ньому кожного з вітамінів, і йому однаково небезпечні як нестача, так і надлишок вітамінів. За нестачі розвивається захворювання на *гіповітаміноз*, у разі надлишку — на *гіпервітаміноз*. Стан, коли вітаміни в організмі відсутні, називають *авітамінозом*. Організм людини так улаштований, що не синтезує більшості вітамінів, а тому надходження їх з їжею обов'язкове. З метою профілактики авітамінозу можна вдатися до вживання вітамінних препаратів — полівітамінів, одна пігулка яких містить не лише комплекс вітамінів, а й неорганічні компоненти (мікроелементи). Та перед тим, як скористатися виготовленими синтетичним способом вітамінами, з'ясуйте, наскільки збалансованим по кожному з компонентів їжі є ваше харчування, які продукти переважають у ньому — рафіновані чи нерафіновані, ті, що пройшли теплову обробку чи ні, бідні чи багаті на вітаміни. Якщо ваша їжа є різноманітною і повноцінною, то й хвилюватися про нестачу вітамінів не потрібно.

Організм людини отримує вітаміни з рослинними й тваринними компонентами їжі. Під час приготування і споживання страв

треба пам'ятати, що недотримання правил зберігання продуктів харчування, порушення технології кулінарної обробки зменшують уміст біологічно активних речовин, особливо вітамінів.

Біологічна роль вітамінів. Вітаміни регулюють в організмі обмін речовин через систему ферментів, комплексно діючи з ними. І нестача навіть одного вітаміну є небезпечною, бо порушуються обмінні процеси, унаслідок чого розвиваються різного роду захворювання.

Вітаміни — необхідний компонент складного процесу обміну речовин. Їх нестача позначається на самопочутті людини, працездатності, стійкості проти різних захворювань.

З біологічною роллю окремих вітамінів ви ознайомилися з курсу біології. Пригадаємо та розглянемо джерела надходження вітамінів до організму людини, скориставшись рисунком 15.

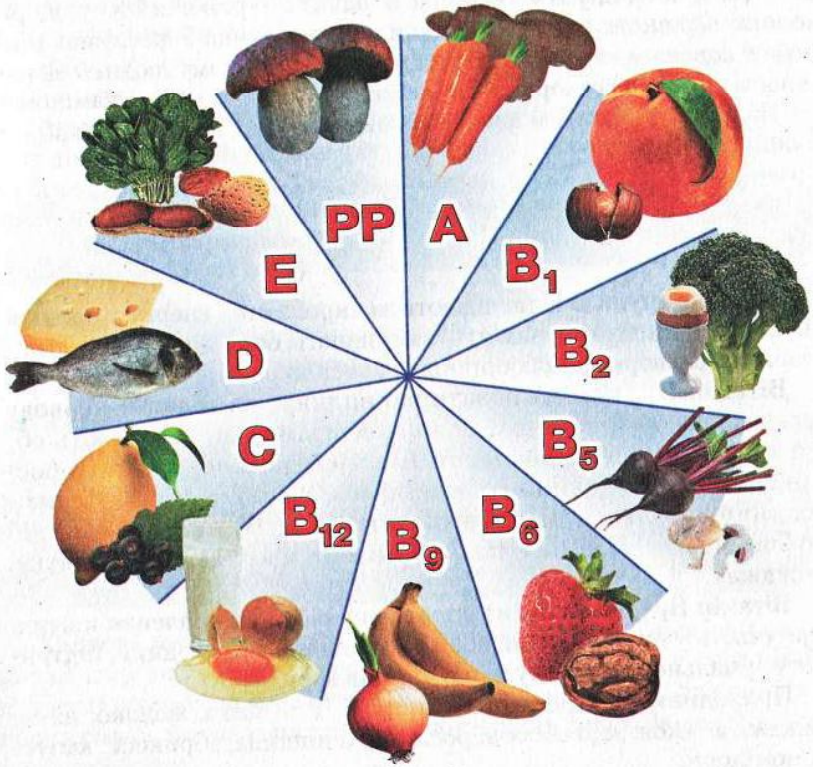


Рис. 15. *Джерела надходження вітамінів до організму людини*

Вітамін С (аскорбінова кислота) підвищує захисні сили організму, поліпшує еластичність судин, робить організм стійким проти захворювань дихальних шляхів, стимулює діяльність ендокринної й центральної нервової систем, сприяє кращому засвоєнню йонів Феруму та нормальному кровотворенню.

Нестача вітаміну С проявляється втомою, кровоточивістю ясен, зниженням опірності організму інфекціям. У разі авітамінозу розвивається захворювання на цингу.

Джерелами вітаміну С є шипшина, кизил, чорна смородина, плоди цитрусових, червоний перець, хрін, петрушка, зелена цибуля, кріп, картопля, капуста, лісові ягоди тощо.

Вітамін А (ретинол) впливає на ріст людини, поліпшує стан шкіри, посилює опірність організму інфекціям. При нестачі вітаміну погіршується зір, що може призвести до захворювання на курячу сліпоту, розвивається сухість шкіри, організм втрачає масу.

На відміну від вітаміну С, якого найбільше в рослинній їжі, джерелами вітаміну А є тваринні продукти — риб'ячий жир, жири молока, вершкове масло, сир, яйця, печінка тощо. У рослинах міститься *каротин*, який при надходженні до організму людини за наявності жирів перетворюється на вітамін А, тобто є провітаміном.

На каротин багаті морква, червоний перець, абрикоси, гарбузи тощо.

Речовини їжі, що в організмі людини перетворюються на вітаміни, дістали назву *провітаміни*.

Вітаміни групи В відповідають за вироблення енергії в організмі. Вони поліпшують пам'ять, зменшують болі при радикулітах, невритах, захворюваннях органів травлення.

Вітамін B_1 (тіамін) позитивно впливає на м'язи й нервову систему, утворює комплекси з ферментами, що регулюють обмін вуглеводів та амінокислот. Він міститься переважно в рослинах (зернах пшениці, гречки, проса, вівса), горіхах, абрикосах, шипшині, капусті. Багатий вітаміном B_1 пшеничний хліб грубого помолу. Тіамін є також у молоці, м'ясі, яєчному жовтку, дріжджах.

Вітамін B_2 (рибофлавін) впливає на ріст і відновлення клітин, бере участь у процесах окиснення в тканинах тіла людини, підтримує нормальне функціонування органів зору.

Природними джерелами вітаміну B_2 є печінка, молоко, яйця, дріжджі, а також зернобобові рослини, шипшина, абрикоси, капуста, помідори.

Вітамін B_9 (фолієва кислота) бере участь у процесах кровотворення, а також у синтезі нуклеїнових кислот. Найбільше його в зелені й овочах — петрушці, квасолі, шпинаті, салаті, а також у печінці, нирках, хлібі, цибулі, бананах, сирі.

Вітамін D (кальциферол) регулює фосфорно-кальцієвий обмін в організмі. Він забезпечує всмоктування йонів Кальцію в кишечнику й транспортування їх до кісткової тканини. У разі нестачі цього вітаміну порушується сольовий обмін, у кістках недостатньо відкладаються сполуки Кальцію, у дітей виникає захворювання на рахіт.

Найбагатшими джерелами вітаміну D є риба й морепродукти.

Вітамін Е (токоферол) сприяє засвоєнню білків і жирів, бере участь у процесах тканинного дихання, впливає на роботу мозку, нервової системи, м'язів, затримує старіння, прискорює загоєння ран. Особливо важливий він для людей, які зазнають великих фізичних навантажень.

Джерело вітаміну Е — переважно рослини. Найбільше його в нерафінованій олії, особливо в соняшниковій, горіхах, пророслих зернах пшениці й жита, помідорах, петрушці, шпинаті, плодах шипшини. У невеликій кількості вітамін Е міститься в м'ясі, жирі, молоці, печінці.

Вітамін РР (ніацин, або нікотинова кислота) задіяний у клітинному диханні й обміні білків, регулює вищу нервову діяльність, роботу органів травлення. Джерелами вітаміну РР є м'ясні продукти, особливо печінка й нирки, яйця, молоко, а також гриби, вироби з борошна грубого помолу, крупи (особливо гречана). Уміст його в овочах незначний.

Самостійно підготуйте інформацію про біологічну роль, вітамінопосні джерела та значення інших вітамінів.

Вітаміни разом із білками, жирами, вуглеводами й неорганічними компонентами їжі забезпечують ріст і розвиток організмів. Вітаміни не є джерелами енергії чи будівельним матеріалом клітин, однак спільно з ферментами вони регулюють обмін речовин та енергії і в цьому полягає їх біологічна роль.

Харчові добавки, Е-числа. Вам добре відоме застосування кухонної солі, оцту, соди, цукру, лимонної кислоти. Їх у невеликій кількості неодмінно додають до продуктів харчування задля поліпшення смаку, подовження терміну зберігання тощо. Звідси й назва *харчові добавки*.

Харчові добавки — це речовини, які додають у продукти, щоб подовжити термін їх придатності (уникнути швидкого псування), змінити колір, консистенцію тощо. В Європі для таких речовин розроблена система кодифікації з присвоєнням буквених кодів — *Е-чисел.*

Нумерацію харчових добавок розпочинають із числа 100. Серії «Е» від 100 до 199 — це барвники, від 200 до 299 — консерванти, від 300 до 399 — антиоксиданти. Далі йдуть згущувачі, емульгатори, підсилювачі смаку й аромату, піногасники. Така класифікація є умовною, оскільки одна й та сама речовина може бути, скажімо, і консервантом, і антиоксидантом одночасно (наприклад, натрій сульфіт Е221). Переліки харчових добавок, придатних до використання, затверджують відповідними державними постановами.

Багато харчових добавок мають природне походження. Наприклад, Е330 — лимонна кислота, високий уміст якої є в плодах цитрусових рослин. У томатах, моркві міститься Е160а — каротин або провітамін А, Е101 — уже відомий вам як вітамін B_2 (рибофлавін). Класифікація харчових добавок та їх функції наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Е-числа, класифікація та функції харчових добавок

Е-числа	Класифікація	Функції
Е100–Е199	Барвники	Підсилюють чи відновлюють колір продукту
Е200–Е299	Консерванти	Збільшують тривалість зберігання продуктів, захищають їх від мікробів, грибків, бактеріофагів
Е300–Е399	Антиоксиданти	Захищають від окиснення, наприклад від згіркнення жирів і зміни кольору
Е400–Е499	Стабілізатори	Зберігають задану консистенцію. Згущувачі. Підвищують в'язкість
Е500–Е599	Емульгатори	Створюють однорідну суміш продуктів, що не змішуються, наприклад води й олії
Е600–Е699	Підсилювачі смаку й аромату	Посилюють смак і аромат
Е900–Е999	Піногасники	Запобігають утворенню піни чи знижують її рівень

Сирокопчені ковбаси, вироби з вареного м'яса, згущене молоко, сири, ікра зерниста, креми, джеми, повидло, маргарин, майонез, безалкогольні напої, печиво, соки — це лише маленька частка нескінченно довгого переліку продуктів, у виготовленні яких застосовують харчові добавки (рис. 16).

Рис. 16. *Продукти, що містять харчові добавки*

Окрім позитивних наслідків застосування харчових добавок, спостерігаються й побічні негативні ефекти від їх уживання людиною — схильність до утворення ракових пухлин, захворювання травної системи, нирок, висипи на шкірі тощо. Тому після доведення шкідливої дії деяких харчових добавок ухвалюється рішення про заборону їх використання. Особливу небезпеку становить нехтування граничнодопустимим умістом добавок у продуктах.

Досліджуємо речовини та їх властивості

Лабораторний дослід 2. **Ознайомлення зі змістом етикеток харчових продуктів.**

Завдання 1. Прочитайте текст етикеток харчових продуктів і з'ясуйте:

а) склад; б) харчову цінність; в) використання добавок (якщо вони є, то як називаються і які мають Е-числа); г) термін зберігання.

Завдання 2. Скориставшись таблицею 6 підручника (с. 62) та додатковою інтернет-інформацією, укладіть перелік позначень і назв не менше п'яти харчових добавок у складі наявних у вас удома продуктів. З'ясуйте, яку функцію виконує кожна з них, до яких негативних наслідків може призвести надмірне вживання продуктів із такими добавками.

Результати дослідження оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

Результати дослідження складу харчових продуктів (за змістом етикеток)

Харчовий продукт	Вміст основних компонентів			Харчова цінність	Термін зберігання	Вміст харчових добавок			
	білків	жирів	вуглеводів			назва	код	функція	наслідки надмірного споживання

Зробіть висновок щодо придатності досліджених продуктів до використання.

Нотатки на повсякчас

Жінки, котрі користуються косметикою, щоденно наносять на обличчя понад 100 хімічних сполук. Варто зазначити, що лише в помаді їх майже 30, не менше і в туші для вій. Тож варто замислитися над порадами косметологів щодо приготування вітамінних масок та живлення ними шкіри обличчя і рук, аби нейтралізувати чи принаймні зменшити небажаний вплив синтетичних косметичних засобів на шкіру, підживити її речовинами природного походження.

Вітамінні маски можна робити з будь-яких фруктів і овочів, змішуючи їх сік чи подрібнену масу з висівками, пшеничним борошном, олією, медом, сметаною, яєчним жовтком тощо.

Дізнайтеся більше про приготування й використання вітамінних масок з інших інформаційних джерел. Скористайтеся на практиці здобутою інформацією та поділіться нею з представницями вашого найближчого оточення.

Ерудитам на замітку

В Україні досить поширеною дикорослою рослиною є шипшина (рис. 17).

Щоденне вживання відвару із плодів шипшини (усього лише 1 г сухих плодів на склянку води) дає змогу обійтися без полівітамінних пігулок. Адже серед дикорослих рослин у її плодах найвищий вміст вітаміну С, а також достатньо вітамінів B_1, B_2, Е, Р, каротину, вуглеводів, дубильних речовин, органічних кислот. Шипшина — цінний постачальник йонів Калію, Феруму, Мангану, сполук Фосфору. Із молодих пагонів, квітів, плодів, листя шипшини можна готувати вітамінні чаї, сиропи (рис. 18). Вони тонізують та укріплюють організм, стимулюють роботу залоз внутрішньої секреції, нормалізують обмін речовин, сприяють кровотворним і протизапальним процесам, а отже, підвищують захисні сили організму.

Рис. 17. *Шипшина — чемпіон серед дикорослих рослин за вмістом вітамінів*

Рис. 18. *Вітамінна продукція з шипшини*

Перевірте себе

1. Сформулюйте визначення вітамінів, наведіть їх класифікацію та приклади.
2. Обґрунтуйте біологічну роль вітамінів, підтвердіть прикладами.
3. Прокоментуйте вислів академіка В. О. Енгельгардта: «Вітаміни проявляють себе не своєю присутністю, а своєю відсутністю».
4. Наведіть приклади вітаміноносної їжі рослинного й тваринного походження.
5. Дайте визначення харчових добавок, поясніть, з якою метою їх використовують, висловіть власне судження про їх безпечність для організму людини.

6*. Зазначте якісний склад, види хімічних зв'язків, будову карбонового ланцюга, функціональні групи вітамінів С, B_1, А, формули яких наведено в тексті параграфа (див. с. 57–58).

7*. У малих групах проведіть пошукову роботу з підготовки пам'ятки на тему «Як можна максимально зберегти в продуктах харчування вітаміни та забезпечити ними свій організм».

§ 7. Органічні сполуки і здоров'я людини. Поняття про синтетичні лікарські препарати

Інформаційна довідка

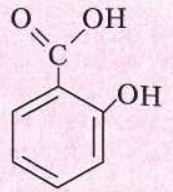
• ***Здоров'я*** — стан організму людини, при якому відсутні хвороби і фізичні дефекти, а організм у цілому і кожен орган зокрема повноцінно виконують свої функції. Здоровий організм здатний пристосовуватися до дії різноманітних чинників, зберігаючи стабільність показників життєдіяльності.

• ***Організм людини*** — це відкрита динамічна система, у якій здоров'я не є чимось статичним, тобто раз і назавжди даним. Під впливом різних чинників воно варіює в широких межах — від абсолютного здоров'я до хворобливих станів.

• ***Ятрохімія*** — напрям у науці XVI і XVII ст., який полягав у пошуку шляхів використання досягнень хімії в медицині. Головне завдання ятрохімії вбачалося в розробці ліків.

• ***Фармакологія*** — медико-біологічна наука про лікарські препарати та їх дію на організм.

• ***Саліцилова*** (2-оксибензоатна) ***кислота*** — ароматична гідроксикарбонова кислота, тобто сполука, молекула якої містить бензенове ядро і дві різні функціональні групи — гідроксильну й карбоксильну:



Вплив органічних сполук на здоров'я людини. Вивчаючи основи здоров'я, ви усвідомили, що найбільшою цінністю людини є її власне здоров'я, ознайомилися з чинниками впливу на здоров'я, зрозуміли, що людина може як підтримувати власне здоров'я, так і завдавати йому шкоди. На основі матеріалу попередніх параграфів ви мали змогу зробити висновок про те, наскільки важливими для здоров'я людини є органічні компоненти їжі. Вони потрібні для відновлення тканин, функціонування клітин, забезпечення обміну речовин та енергії. Інакше кажучи, їх біологічна роль — яскраве цьому свідчення. Відтак для людини постає риторичне питання: «Жити, щоб їсти, чи їсти, щоб жити?» Лікарі, дієтологи, багатовіковий досвід існування людського суспільства допомагають легко знайти правильну відповідь. Оскільки їжа є джерелом життєво необхідних речовин, харчування має бути таким, щоб споживих жирів, білків і вуглеводів вистачало для повноцінного функціонування організму. Переїдання не менш шкідливе, ніж недоїдання чи голодування, а ожиріння є серйозним захворюванням.

Від органічних речовин як компонентів їжі залежать: тривалість життя, фізична й розумова працездатність людини, самопочуття, а також народження здорових дітей. Тому кожному потрібно підібрати збалансоване за вмістом органічних речовин харчування й дотримуватися його.

Своєрідну «формулу» збалансованого харчування передає схема, зображена на рисунку 19.

Рис. 19. *Схема збалансованого харчування*

Пригадайте, як у 9 класі на уроках біології ви розраховували норму добового індивідуального харчування з урахуванням енергетичної цінності компонентів їжі. Здійсніть такий розрахунок згідно з енергетичними витратами вашого організму.

Правильне харчування в сукупності зі здоровим способом життя забезпечують організму активне й повноцінне функціонування впродовж багатьох років. Доречно наголосити на думці вчених, що організм людини запрограмований на середню тривалість життя 120 років. Однак людина свідомими чи несвідомими вчинками значно скорочує її.

Поняття про синтетичні лікарські препарати. У разі захворювання досить часто людина не покладається на сили власного організму, а вдається до використання лікарських препаратів.

Лікарські препарати (лікарські засоби, ліки) — це речовини або суміші речовин, які вживають для профілактики й лікування захворювань.

У своєму прагненні швидко одужати ми іноді навіть намагаємося збільшити добову дозу ліків, вдаємося до самолікування. Цього в жодному разі не можна робити, тому що серед ліків багато таких, які при неправильному використанні є шкідливими для організму, а в деяких випадках — і небезпечними для життя.

Лікарські препарати бувають рослинного, тваринного й мінерального походження, синтезовані на фармацевтичних заводах чи одержані із застосуванням біотехнологій.

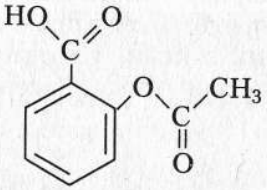
Люди здавна використовували рослини та деякі мінерали з лікувальною метою. Нині у фармакології набули застосування понад 200 видів лікарських рослин у вигляді настоянок, екстрактів, відварів. Такі лікарські форми становлять майже 30 % загальної кількості лікарських препаратів. Проте переважна більшість ліків — це органічні речовини, синтезовані на фармацевтичних заводах.

Потреба у винайденні, створенні та використанні ефективних ліків турбувала людство ще за часів ятрохімії, а в сучасному світі стала поштовхом до розвитку фармацевтичної промисловості.

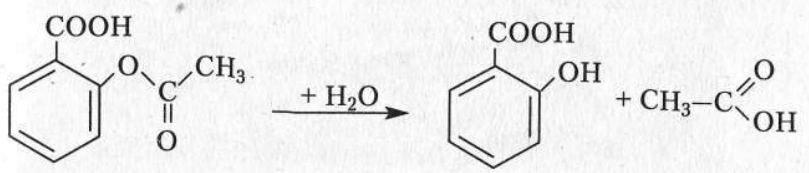
Фармацевтична промисловість України постачає майже 1400 лікарських препаратів. Фармацевтичні

компанії нашої держави виробляють лікарські засоби у твердій, рідкій і порошкоподібній формах. Ще більша кількість лікарських препаратів увозиться в Україну з-за кордону. Усі вони — результат досліджень хіміками, фармакологами, лікарями властивостей різних речовин та їх впливу на здоров'я людини.

Розглянемо як приклад синтетичний лікарський препарат ***аспірин***. Молекулярна формула його діючої речовини $C_9H_8O_4$, а структурна:



Уперше цю речовину виокремили з квітів виду спіреї *(Spiraea ulmaria)* і активно використовували в лікуванні ревматизму суглобів ще із середини XIX ст. Речовина має ще й назву *ацетилсаліцилова кислота, ацетат саліцилової кислоти*. З цієї назви і наведеної формули речовини можна зрозуміти, що в її утворенні взяли участь саліцилова й ацетатна (етанова, оцтова) кислоти. І дійсно, гідролізуючись, ацетилсаліцилова кислота перетворюється на саліцилову $C_6H_4(OH)COOH$ та ацетатну CH_3COOH кислоти:



ацетилсаліцилова кислота — саліцилова кислота — ацетатна кислота

В Україні аспірин й інші препарати, що містять ацетилсаліцилову кислоту, виготовляють на багатьох підприємствах фармацевтичної промисловості, зокрема на ЗАТ «Фармацевтична фірма "Дарниця"» (м. Київ), ВАТ «Київмедпрепарат», ВАТ «Монфарм» (м. Монастирище), ВАТ «Лубнифарм», ВАТ «Концерн "Стирол"» (м. Горлівка).

Аспірин уживають як знеболювальний, жарознижувальний і протизапальний засіб. Проте не потрібно займатися самолікуванням з використанням аспірину, тому що можна спричинити шлункову