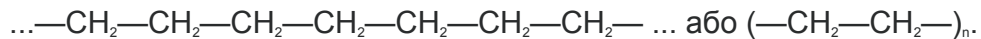


ТЕМА: Сахароза, крохмаль і целюлоза

Інформаційна довідка

• Полімери — високомолекулярні речовини, що складаються з великих молекул, утворених багатьма структурними ланками (грец. «полі» — багато та «мерос» — частина). Наприклад, **поліетилен**, одержаний полімеризацією етену $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, складається зі структурних ланок $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$:



• Молекула полімеру називається **макромолекулою** (від грец. «макрос» — великий, довгий).

• Молекулярна маса макромолекул може становити від кількох десятків до сотень тисяч (і навіть мільйонів) атомних одиниць.

• **Гідроліз** — реакція обміну речовин з водою.

САХАРОЗА $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (БУРЯКОВИЙ АБО ТРОСТИННИЙ ЦУКОР). Це вуглевод, молекули якого складаються із залишків молекул двох моносахаридів — глюкози й фруктози, з'єднаних один з одним за рахунок взаємодії гідроксильних груп. Фруктоза є ізомером глюкози, отже, вони мають однакову молекулярну формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, але різну будову (про це йшлося в тексті «Сторінки ерудита» § 19). Порівнявши кількісний склад сахарози із сумарним складом глюкози й фруктози, виявимо, що в сумі в молекулах цих двох речовин 12 атомів Карбону, проте Гідрогену на два, а Оксигену — на один атом більше. Тобто за утворення молекули сахарози «зайвою» виявляється молекула води. І справді, ці два моносахариди сполучаються за рахунок відщеплення атома Гідрогену від молекули однієї речовини й гідроксильної групи — від молекули іншої.

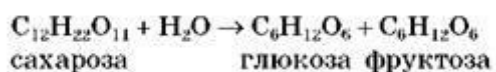
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ САХАРОЗИ. Сахароза — безбарвна, кристалічна, добре розчинна у воді, солодка на смак речовина. Температура плавлення сахарози $+185^\circ\text{C}$.

ПОШИРЕННЯ В ПРИРОДІ. Сахароза — найпоширеніший у природі дисахарид, міститься в плодах, овочах, соках рослин. Особливо багато її в стеблах цукрової тростини (до 26 %) і коренеплодах цукрових буряків (до 20 %), які є основною сировиною для виробництва цукру (мал. 32).

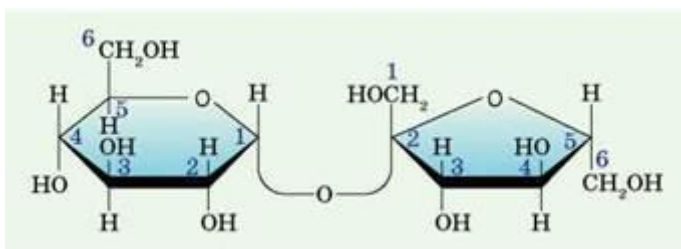


Мал. 32. Природна сировина з високим вмістом сахарози та результат її промислової обробки — цукор

ГІДРОЛІЗ САХАРОЗИ. Загальна хімічна властивість сахарози — реакція гідролізу. За нагрівання і наявності розбавлених розчинів хлоридної HCl або сульфатної H₂SO₄ кислот вона гідролізується на моносахариди, залишки молекул яких входять до складу її молекул:



Сахароза виявляє також властивості багатоатомних спиртів. Під час її взаємодії зі свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом утворюється яскраво-синій розчин. Подальше його нагрівання не приводить, як в альдегідів, до утворення червоно-коричневого осаду. Це свідчить про те, що в молекулі сахарози альдегідні групи відсутні, а є лише гідроксильні групи, причому не одна. Адже описаний дослід з його результатами — це якісна реакція на багатоатомні спирти. На зображеній нижче структурній формулі сахарози (наведено для ознайомлення, а не запам'ятовування) порахуйте кількість гідроксильних груп у її молекулі.



Після підрахунку вам стане зрозумілим скорочений запис молекулярної формули сахарози C₁₂(OH)₈H₁₄O₃. Маючи вісім гідроксильних груп у молекулі, вона, як і багатоатомні спирти, взаємодіє зі свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом.

ПОЛІСАХАРИДИ — ПРИРОДНІ ПОЛІМЕРИ. Серед представників полісахаридів найбільше значення мають крохмаль, целюлоза, глікоген (тваринний крохмаль). Усі ці полісахариди побудовані із залишків молекул одного моносахариду — глюкози, склад їх молекул позначається однаковою молекулярною формулою — (C₆H₁₀O₅)_n.

Молекулярне рівняння реакції утворення полісахаридів:



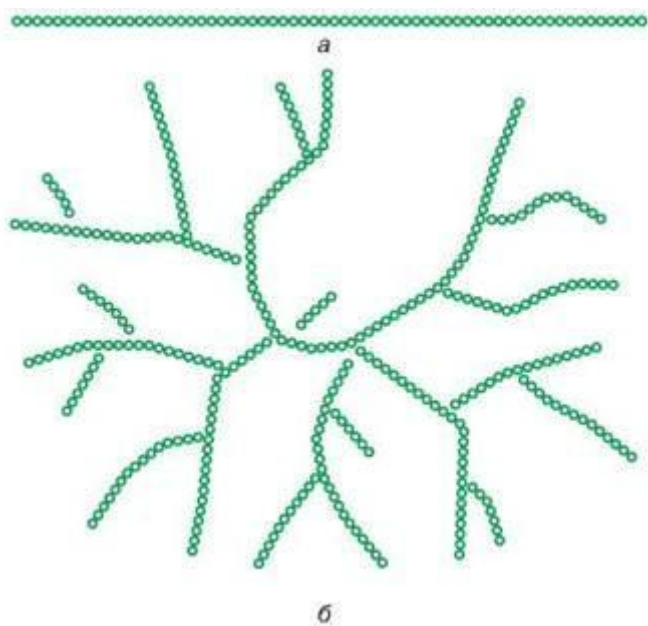
У складі молекули полісахаридів може бути від одинадцяти до тисячі й більше залишків молекул моносахаридів, що утворюють структурні ланки —C₆H₁₀O₅—. Проте це різні речовини, що відрізняються просторовою будовою та ступенем полімеризації.

Полісахариди — вуглеводи, молекули яких містять понад десять моносахаридних залишків, сполучених між собою в лінійні або розгалужені ланцюги. Крохмаль, целюлоза, глікоген — представники полісахаридів.

Крохмаль (C₆H₁₀O₅)_n — білий аморфний хрусткий порошок, нерозчинний у холодній воді. У гарячій воді він набухає з утворенням крохмального клейстеру.

До складу крохмалю входять молекули лінійної будови (мають назву амілоза) та розгалуженої (амілопектин) (мал. 33). У більшості рослин крохмаль містить приблизно 25 % амілози й 75 % амیلпектину. Середня молекулярна маса амілози 30 000-160

000, амілопектину — 100 000-1 000 000. Амілоза розчиняється в гарячій воді, амілопектин лише набухає.



Мал. 33. Схеми будови молекул: а — амілози; б — амілопектину

Якісною реакцією на крохмаль є добре вам відома ще з уроків природознавства взаємодія з йодом.

Якщо на крохмаль чи крохмалевмісний продукт харчування капнути спиртовим розчином йоду, то з'явиться синє забарвлення. Цю властивість використовують для визначення вмісту крохмалю в харчових продуктах.

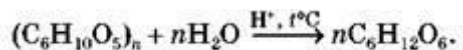
Крохмаль — цінний харчовий продукт, разом із сахарозою вони є основними джерелами вуглеводів для організму людини. Значна кількість крохмалю міститься в насінинах кукурудзи, пшениці (до 70 %), рису (до 80 %), бульбах картоплі (до 20 %). Високий вміст крохмалю у хлібі, крупах, макаронних і кондитерських виробах.

Целюлоза (клітковина) — біла, тверда, нерозчинна у воді й органічних розчинниках речовина. Молекули целюлози мають лише лінійну (нерозгалужену) будову, тому вона легко утворює волокна. Целюлоза більш поширена в природі, ніж крохмаль. Цей біополімер має велику механічну міцність і служить будівельним матеріалом оболонок рослинних клітин. Волокна бавовни, льону, конопель складаються, головним чином, із целюлози. У деревині її вміст сягає близько 50 %, у траві й зелених листках дерев — до 25 %. Зразками майже чистої целюлози є вата й фільтрувальний папір, отримані з очищеної бавовни.

В організмі людини й багатьох тварин немає ферменту, який би каталізував гідроліз целюлози, тому вона, на відміну від крохмалю, не засвоюється ними й не може бути продуктом харчування. Проте у шлунку жуйних тварин (наприклад, корови, вівці), а також кролів гідроліз целюлози відбувається. Тому влітку їх годують травою, а на зиму заготовляють сіно, силос.

Відмінності в будові молекул крохмалю й целюлози зумовлюють значні відмінності у властивостях цих природних полімерів. Крохмаль — продукт харчування людини, целюлоза для цієї мети не придатна.

ГІДРОЛІЗ ЯК ОСНОВНА ВЛАСТИВІСТЬ ПОЛІСАХАРИДІВ. Крохмаль порівняно легко піддається гідролізу під дією ферментів або під час нагрівання з кислотами. Залежно від умов, гідроліз крохмалю може відбуватися ступінчато, з утворенням різних проміжних продуктів. Целюлоза також піддається гідролізу в присутності розчинів неорганічних кислот і кінцевим продуктом реакції є глюкоза. Сумарне рівняння реакції гідролізу крохмалю й целюлози можна записати так:



Найважливіша спільна хімічна властивість целюлози й крохмалю — гідроліз, кінцевим продуктом якого є глюкоза, а перебіг у промислових і лабораторних умовах відбувається у присутності розчинів неорганічних кислот (хлоридної, сульфатної) і за нагрівання, а в організмі людини — під дією ферментів.

Для того щоб покращити процес засвоєння крохмалю, харчові продукти піддають тепловій кулінарній обробці, наприклад, варіння й смаження картоплі, випікання хліба тощо.

Пригадайте з біології, що вам відомо про ферменти.

ВУГЛЕВОДИ ЯК ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ. Вуглеводи — основний енергетичний матеріал клітин. У травній системі відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням моносахаридів, які кров постачає клітинам, де вони окиснюються з виділенням енергії, та утворенням вуглекислого газу й води.

Потреба у вуглеводах залежить від віку, способу життя, професії, стану здоров'я людини тощо. Та за будь-яких умов добове споживання вуглеводів людиною у 4-5 разів перевищує споживання жирів і білків.

Більшу частину добової норми вуглеводів організм людини отримує з рослинною їжею 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 нормалізує роботу кишечника, сприяє виведенню з організму шкідливих речовин. Основне джерело клітковини для організму людини — фрукти й овочі. Крім того, на клітковину багаті висівки, з яких випікають висівковий хліб спеціально для збільшення надходження клітковини в організм людини.

ВИРОБНИЦТВО САХАРОЗИ ТА КРОХМАЛЮ. Сахароза й крохмаль у значній кількості містяться в рослинній сировині. Тому у промислових масштабах їх виділення з природної сировини здійснюють фізичними методами (відстоюванням, фільтруванням). Сахарозу добувають з коренеплодів цукрового буряку та стебел цукрової тростини. За виробництвом і експортом цукру Україна є світовим лідером. Крохмаль добувають з бульб картоплі, зерен пшениці, кукурудзи, рису.

Стисло про основне

- Сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (буряковий або тростинний цукор) за складом молекул належить до олігосахаридів і є дисахаридом.

- Сахароза утворена із залишків молекул двох моносахаридів — глюкози та фруктози. Це найпоширеніший дисахарид у природі.
- Крохмаль і целюлоза — важливі природні полімери, побудовані із залишків молекул одного моносахариду — глюкози. Крохмаль і целюлоза мають однакову молекулярну формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, але різні властивості.
- Відмінності у властивостях крохмалю й целюлози зумовлені особливостями їхньої просторової будови та різним ступенем полімеризації.
- Основна хімічна властивість сахарози, крохмалю та целюлози — гідроліз.