

ВУГЛЕВОДИ: ПОШИРЕННЯ І РОЛЬ В ПРИРОДІ, КЛАСИФІКАЦІЯ, БУДОВА, ІЗОМЕРІЯ, ВЛАСТИВОСТІ.

1. Загальна характеристика вуглеводів.
2. Класифікація вуглеводів.
3. Ізомерія вуглеводів.
4. Будова і властивості моносахаридів.
5. Будова і властивості дисахаридів.
6. Будова і властивості полісахаридів.
7. Роль вуглеводів в організмі людини та в підвищенні працездатності спортсменів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биохимия. Учебник для институтов физической культуры/Под общ.ред. Н.Н.Яковлева. ФиС, 1969.
2. Физиология спорта и двигательной активности. Уилмор Дж.Х., Коотилл Д.Л.-Киев; Олимпийская литература, 1997.
3. Биохимия мышечной деятельности. Учебник для институтов физической культуры. Под общ. ред. Н.И. Волкова. Киев – Олимпийская литература, 2000.
4. Практикум з біохімії. Трач В.М., Сибіль М.Г., Гложик І.З., Башкін І.М.. Навчальний посібник. Львів, ЛДУФК, 2014.

Вуглеводи - основне джерело енергії для організму спортсменів. Їх вклад в утворення енергії повинен складати не менше 50% калорій. У спортсменів, які займаються видами спорту, що потребують прояву витривалості цей показник повинен бути вищим – 55-65%.

Вуглеводи = вуглець + вода



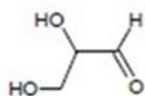
Вуглеводи складають один із основних класів органічних речовин, енергія яких витрачається організмом на всі фізіологічні функції організму і в першу чергу на м'язеву роботу. Вуглеводи містяться в клітинах всіх рослинних і тваринних організмів як у вигляді різних цукрів - **глюкози** (виноградного цукру), **сахарози** (бурякового цукру), **лактози** (молочного цукру), так і у вигляді **полімерів** - **крохмалю** і **глікогену**, а також входять складовою частиною у сполуки з іншими речовинами, утворюючи нуклеотиди, нуклеїнові кислоти, деякі складні білки (глікопротеїни) та ін.

Вуглеводи поділяються на **прості і складні**. Молекули простих вуглеводів називаються моносахаридами. Ці вуглеводи не піддаються гідролізу.

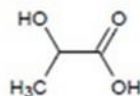


За кількістю атомів вуглецю в молекулі моносахариди класифікують на: біози (2 C), тріози (3 C), тетрази (4 C), пентози (5 C), гексози (6 C), гептози (7 C). Назва походить від грецького числівника.

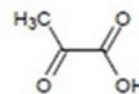
ТРИОЗИ



Гліцеральдегід

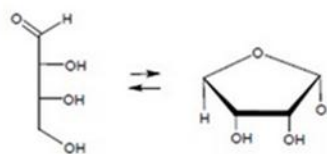


молочна кислота



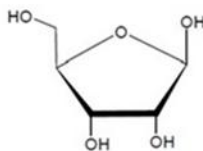
пірвіноградна кислота

ТЕТРОЗИ

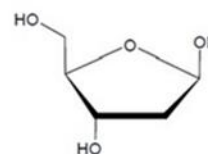


еритроза

ПЕНТОЗИ

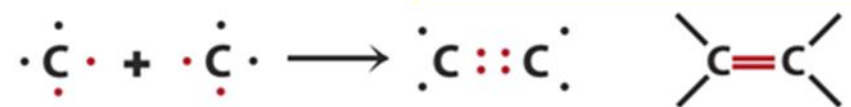
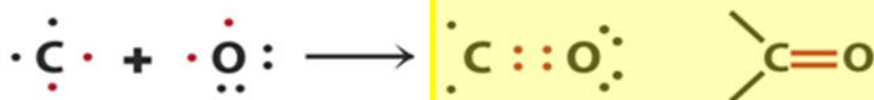
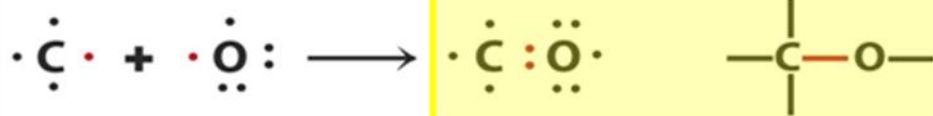
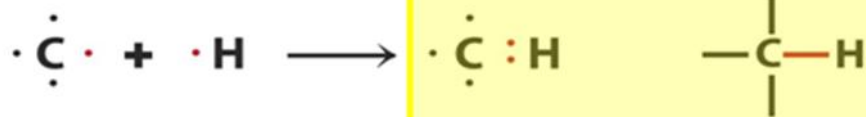


рибоза



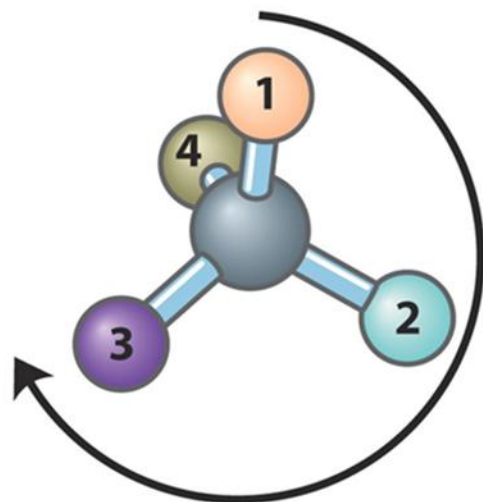
дезоксирибоза

За кількістю атомів вуглецю в молекулі моносахариди класифікують на: біози (2 C), тріози (3 C), тетрози (4 C), пентози (5 C), гексози (6 C), гептози (7 C). Назва походить від грецького числівника.



Всі моносахариди, крім дигідроксиацетону, містять хіральні атоми карбону, тобто такі, **до яких приєднані 4 різні замісники**, через це можливе утворення стереоізомерів, кількість яких рівна 2^n , де n — кількість хіральних атомів. Так, для гліцеральдегіду існує два таких ізомери (2^1), що є точними дзеркальними відображеннями одне одного (енантіомерами) — D-гліцеральдегід і L-гліцеральдегід. Альдогексози мають 4 хіральні центри, і, відповідно, 16 стереоізомерів. У восьми із них положення гідроксильної групи біля найдалшого від альдегідної групи атома карбону відповідає такому у D-гліцеральдегіду, вони є D-ізомерами, решта 8 — L-ізомерами. Більшість гексоз живих організмів належать до D-ряду. Моносахариди, що відрізняються положенням гідроксильної групи тільки біля одного атома карбону, називаються епімерами, наприклад глюкоза і галактоза (відмінність біля C4)

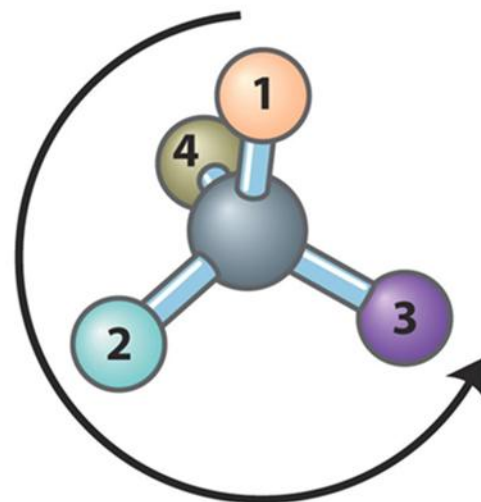
Chiral Rotation



Clockwise

D

Rectus (right)

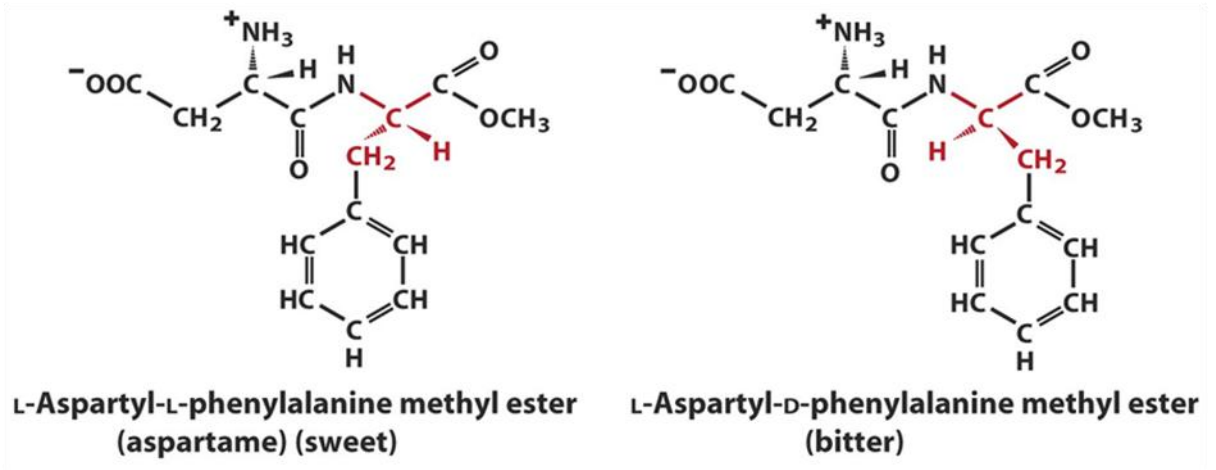


Counterclockwise

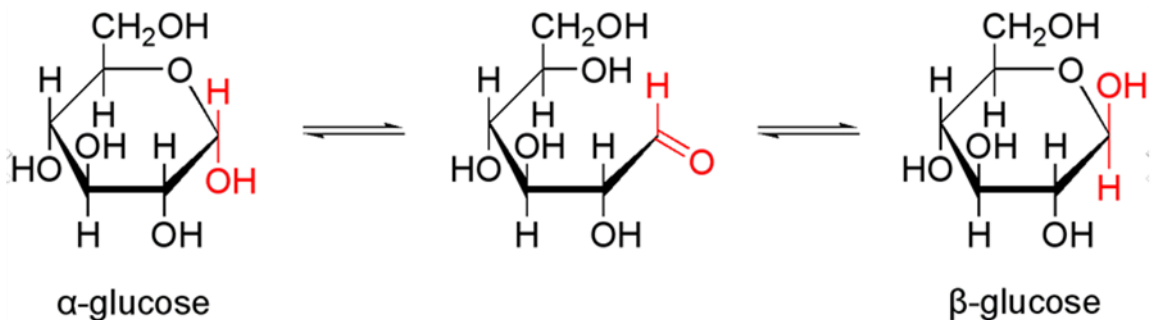
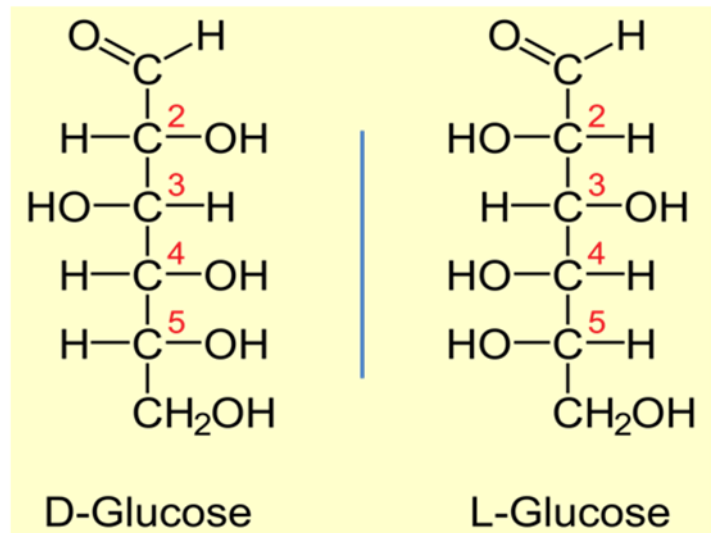
L

Sinister (left)

Stereoisomers Have Different Biological Effects

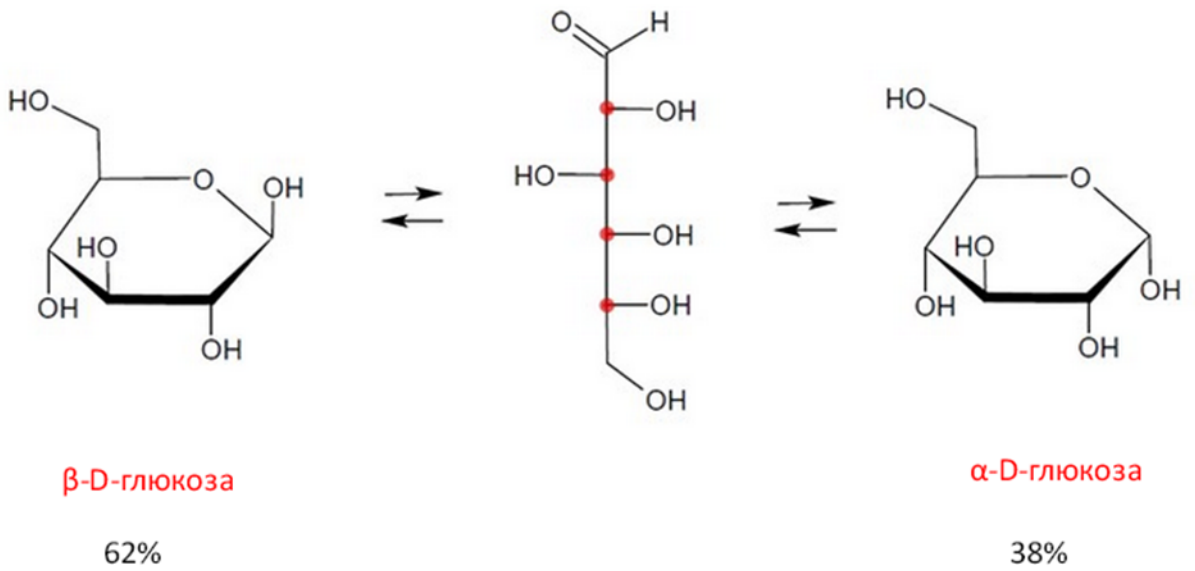


Структурні формули вуглеводів мають деякі особливості. В їх молекулах знаходяться асиметричні атоми вуглецю. Речовини, які мають асиметричний атом вуглецю, проявляють оптичну активність, їх ізомери утворюють **праві (D)** і **ліві (L)** ряди.



ГЛЮКОЗА У РОЗЧИНІ

ГЛЮКОЗА



Глюкоза (від грец. *γλυκύς* — солодкий) (*виноградний цукор, декстроза*), $C_6H_{12}O_6$ — важливий **моносахарид**; білі кристали солодкі на смак, легко розчиняються у воді. Знаходиться в соку **винограду**, в багатьох **фруктах**, а також у **крові тварин і людей**. М'язова робота виконується головним чином за рахунок енергії, яка виділяється при окисненні глюкози.

Глюкоза отримується при **гідролізі полісахаридів крохмалю і целюлози** (під дією ферментів або мінеральних кислот).

Використовується як засіб посиленого харчування або як лікарська речовина, при обробці тканини. Також препарати на основі глюкози та сама глюкоза використовуються у медицині при визначенні наявності та типу цукрового діабету в людини.

Природна кристалічна глюкоза (виноградний цукор) являє собою циклічну альфа-формулу. При розчиненні в воді вона переходить в ланцюгову, а через неї в бета-форму; при цьому устанавлюється динамічна рівновага між усіма формами.

Бета-форма також може бути виділена в кристалічному вигляді; у водному розчині вона утворює рівноважну систему з іншими формами.

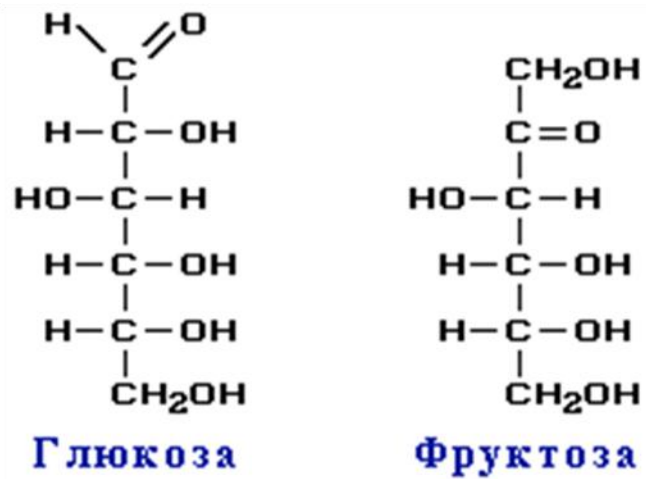
Ланцюгова форма існує лише в розчинах, причому в дуже невеликій кількості, а в вільному вигляді не виділена.

Ізомерні форми сполук, які здатні переходити одна в одну називають таутомерними формами чи таутомерами. Явище таутомерії дуже розповсюджене серед органічних сполук.

Вуглеводи утворюються в природі в рослинах в результаті **фотосинтезу**. В цьому складному біохімічному процесі зеленими частинами рослини **поглинається вода, вуглекислий газ та енергія Сонця**, яка **запасується у вигляді хімічних зв'язків відновленого вуглецю (карбону) у вуглеводах**.

1 моль глюкози (180,16 г) акумулює приблизно 680 Ккал енергії Сонця.

Теоретично, така кількість енергії вивільняється при її окисненні до вуглекислого газу і води.



В хімічних реакціях глюкоза і фруктоза проявляють ряд однакових характерних властивостей, оскільки в їх молекулах є спиртові групи.

Найбільшу цікавість представляють собою ефіри фосфорної кислоти.

http://www.ng.ru/health/2012-02-28/8_fruktoza.html

Nature За последние 50 лет потребление сахара в мире увеличилось втрое.

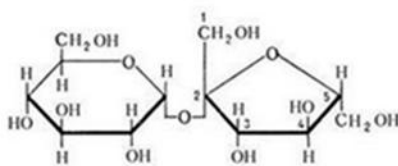
Эксперт в области диетологии и организации здравоохранения из Нью-Йоркского университета Мэрион Несле подчеркивает, что среднестатистический американец потребляет около **четверти** калорий именно с сахаром и зачастую не подозревает об этом. *Если раньше производители добавляли в продукты преимущественно сахарозу, то теперь ее все чаще заменяют фруктозой.* Фруктоза – самый сладкий из сахаров, в полтора раза слаще сахарозы и в три раза слаще глюкозы, добавлять ее выгоднее. **Метаболизм фруктозы в организме очень отличается от метаболизма глюкозы и напоминает скорее метаболизм алкоголя.**

Фруктоза поступает напрямую в печень и может серьезно нарушить ее функцию, результатом чего часто становится метаболический синдром – чрезмерное увеличение массы висцерального жира, снижение чувствительности периферических тканей к инсулину, нарушение углеводного и липидного обмена, повышение артериального кровяного давления.

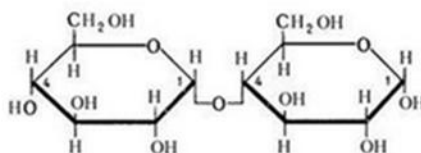
По оценкам **американских ученых**, сегодня уже три четверти всего бюджета здравоохранения США идет на лечение неинфекционных болезней – **ожирения, сахарного диабета, рака, сердечно-сосудистых заболеваний**, а в их развитии весьма заметную роль играет добавляемая в продукты питания **фруктоза**. **По мнению американских ученых, фруктозу следует прежде всего исключить из перечня безопасных пищевых добавок.**

Складні вуглеводи складаються з декількох залишків моносахаридів.

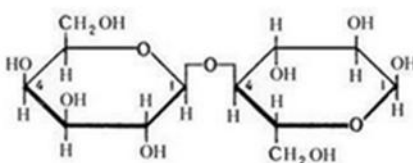
Сахароза



Мальтоза



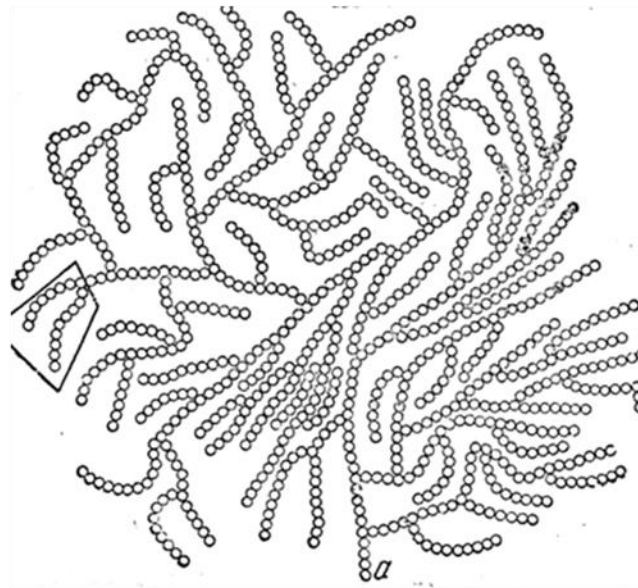
Лактоза



Як видно з рисунку сахароза складається з глюкози та фруктози, мальтоза – із двох молекул глюкози, а лактоза – із глюкози та галактози.

Дисахариди піддаються гідролізу, в результаті чого утворюються їх складові - моносахариди. Каталізатором може виступати сірчана кислота.

СХЕМАТИЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ МОЛЕКУЛИ ГЛІКОГЕНУ



Глікогѐн (також відомий як «тваринний крохмаль», попри неточність цієї назви) — полісахарид, **гомополімер α -глюкози**, основна форма її зберігання в клітинах тварин. В людському організмі головними місцями накопичення глікогену є печінка та скелетні м'язи.

Глікоген є гомополімером α -глюкози, залишки якої з'єднані між собою ($\alpha 1 \rightarrow 4$)-**глікозидними зв'язками**. Кожен 8-10 мономерних залишків відбувається галуження, бічні гілки приєднані ($\alpha 1 \rightarrow 6$)-зв'язками. Таким чином молекула глікогену значно більш компактна і розгалужена ніж **крохмалю**^[3]. **Ступінь полімеризації** близький до такого в амілопектину^[4].

Всі розгалуження глікогену мають **нередукуючі кінці**, отже якщо кількість гілок рівна n , то у молекулі буде $n-1$ нередукуючих кінців і всього один **редукуючий**. Коли відбувається гідроліз глікоген з метою використання його в якості джерела енергії, залишки глюкози по одному відщеплюються від нередукуючих кінців. Їх велика кількість дозволяє суттєво прискорити процес^[3].

Найбільш стабільною **конформацією** гілок із ($\alpha 1 \rightarrow 4$)-зв'язками є щільна спіраль із шістьма залишками глюкози на оберт (площина кожної молекули повернута на 60° відносно попередньої)^[5].

Для виконання своєї біологічної функції: забезпечення максимально компактного зберігання глюкози та одночасно можливості її швидкої мобілізації, глікоген повинен мати будову оптимізовану за кількома параметрами: 1) кількістю ярусів (рівнів) галуження; 2) кількістю гілок у кожному ярусі; 3) кількістю залишків глюкози у кожній гілці. Щільність найбільш зовнішніх гілок стерично обмежена. Зрілі молекули глікогену різного походження мають в середньому 12 ярусів галуження, на кожному із яких розміщується в середньому по дві гілки, кожна зі яких містить близько 13 залишків глюкози. Математичний аналіз показав, що така будова дуже близька до оптимальної для мобілізації максимальної кількості глюкози за мінімальний час^[6]

У хребетних тварин найбільші кількості глікогену запасуються печінкою, де він може становити 7—10 % загальної маси (100 —120 г у дорослої людини), та скелетними м'язами (1-2 % від загальної маси).

У гепатоцитах глікоген зберігається у вигляді великих цитоплазматичних гранул. Елементарна так звана β -частинка, що є однією молекулою глікогену, має діаметр близько 21 нм і включає до 55 000 залишків глюкози та має 2000 нередукуючих кінців. 20-40 таких часточок разом утворюють α -роzetки, які можна бачити у під мікроскопом у тканинах тварин, яких добре годують. Проте вони зникають після 24-годинного голодування. Глікогенові гранули — це складні агрегати, до складу яких крім самого глікогену входять ферменти, що синтезують і розщеплюють його, а також регуляторні молекули^[12].

Глікоген у м'язах слугує джерелом швидкої енергії як за аеробного, так і за анаеробного метаболізму. Його запаси можуть бути вичерпані за одну годину інтенсивного фізичного навантаження. Регулярне тренування дозволяє збільшити запаси глікогену в м'язах, внаслідок чого вони можуть довше працювати без втоми^[13]. У печінці глікоген є резервом глюкози для інших органів, на той випадок, якщо її надходження із їжею обмежене. Особливо важливий такий запас для нейронів, які не можуть використовувати в якості енергетичного субстрату жирні кислоти. Печінковий запас глікогену під час голодування вичерпується за 12-24 годин

Крохмаль в основному являє собою полімери α -D-глюкози, які з хімічної точки зору можна розділити як мінімум на два типи: амілозу (в цілому лінійний полімер) і амілопектин (сильно розгалужений полімер). Тобто, молекула крохмалю складається з двох хімічно-незалежних частин (полісахариди): амілози (20-30%) і амілопектину (70-80%), співвідношення яких залежить від природи рослин:

— у кукурудзяному крохмалі амілоза становить 25% всієї маси речовини, а амілопектин — 75%.

— у картопляному крохмалі амілози — 20%, а амілопектину — 80%, що надає йому специфічних властивостей.

— крохмаль яблук — із 100% амілози.^[6]

Найбагатше крохмалем зерно злакових рослин: рису (до 86%), пшениці (до 75%), кукурудзи (до 72%), а також бульби картоплі (до 24%) та зерно ячменю.

Для організму людини крохмаль поряд з сахарозою служить основним постачальником вуглеводів — одного з найважливіших компонентів їжі. Під дією ферментів крохмаль гідролізується до глюкози, яка окислюється в клітинах до вуглекислого газу і води з виділенням енергії, необхідної для функціонування живого організму.