

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійного вивчення
розділу «Хімічний склад організмів»
з дисципліни «Загальна біохімія» для студентів спеціальностей:
181 «Харчові технології»
«Бродильне виробництво і виноробство»,
«Зберігання, консервування та переробка плодів і овочів»

Викладач: Левченко Г.Ю.

Зміст

Вступ

Лекція 1. Тема: 1.1 Вода і мінеральні речовини	5
Лекція 2. Тема: 1.2 Вуглеводні	19
Лекція 3. Тема: Органічні кислоти рослин.....	42
Лекція 4. Тема: Рослинні речовини вторинного походження.....	54
Лекція 5. Тема: 1.3 Ліпіди, жиророзчинні пігменти.....	65
Література.....	73

Вступ

Опорний конспект лекцій із курсу «Біохімія» призначений для самостійного вивчення розділу «Хімічний склад організмів» з таких тем, як вода і мінеральні речовини, вуглеводи, ліпіди, жиророзчинні пігменти, рослинні речовини вторинного походження.

Зміст лекцій відображений у вигляді теоретичного матеріалу, таблиць, стислих визначень. Кожна лекція починається з назви розділу, теми, мети, виду контролю, між предметних зв'язків, питань до усного опитування, методичних вказівок. Потім іде план самої лекції. В лекції подано матеріал відповідно до програми курсу «Біохімія».

Основною метою розділів є вивчення ролі води в життєдіяльності живих організмів, значення та поширення макро- і мікроелементів в продуктах харчування; вивчення функцій вуглеводів у живих організмах, розпад вуглеводів під дією ферментів, значення вуглеводів у харчовій промисловості; вивчення будови різних груп ліпідів, їх функції в організмах, властивості, класифікація; вивчення основних представників органічних кислот, властивостей дубильних речовин, ефірних масел.

Завданням курсу є вивчення основних речовин, що є складовими живих організмів (вуглеводів, ліпідів, води і ін.).

Опорний конспект лекцій із курсу «Біохімія» призначений для студентів фаху 5.05170106 «Бродильне виробництво і виноробство»; 5.05170108 «Зберігання, консервування та переробка плодів і овочів».

Лекція 1

Розділ: 1. Хімічний склад організмів

Тема: 1.1 Вода і мінеральні речовини

Мета: Вивчити властивості води і мінеральних речовин. Знати їх значення.

Вид контролю: усне опитування.

Міжпредметні зв'язки: хімія, біологія, ботаніка, аналітична хімія.

Використана література:

Л-3. Кучеренко М.Є. та ін. Біохімія-К: Либідь, 1995.

Сандурська О.Н. Загальна біохімія.

Методичні вказівки

Вивчаючи цю тему, студенти повинні ознайомитися з властивостями води і мінеральних речовин.

Необхідно *звернути увагу*:

- Вода – незамінне середовище для різноманітних фізіологічних процесів і метаболізму клітин.
- Харчові продукти як свіжі, так і після переробки містять воду, вуглеводи, жири, вітаміни, природні барвники. У рослинній сировині (плодах, ягодах, овочах) масова частка води становить 72-95%. Вона зумовлює фізіологічні процеси, які призводять до псування продукції.

Запам'ятати:

- Молекули води полярні, тому можуть притягувати іони багатьох сполук і руйнувати кристалічну структуру у живій рослинній клітині.
- Вода бере активну участь у біохімічних реакціях. Наприклад: гідроліз, гідротація та ін. Виконує важливу роль і в підтримці структури рослин і тепловій рівновазі клітин.

- Вода клітинного соку не дуже міцно зв'язана з тканинами рослин: легко випаровується при висушуванні і зветься вільною. Друга частина води 10-15% утримується колоїдами і виділяється важче. Її називають зв'язаною.

Необхідно зауважити, що крім води на хімічний склад організмів впливають мінеральні речовини.

Зверніть особливу увагу:

- мінеральні речовини належать до компонентів харчування; беруть участь у побудові організму; забезпечують стабільний рН внутрішнього середовища організму тощо.
- мінеральні речовини або зольні елементи – це хімічні елементи, що залишаються у вигляді золи після спалювання.
- вода – незамінне середовище для різноманітних фізіологічних процесів і метаболізму клітин.
- харчові продукти як свіжі, так і після переробки містять воду, вуглеводи, жири, вітаміни, природні барвники. У рослинній сировині (плодах, ягодах, овочах) масова частка води становить 72-95%. Вона зумовлює фізіологічні процеси, які призводять до псування продукції.
- макро-, мікро- та ультрамікроелементи. Їх вміст у живих організмах та значення, поширення в продуктах харчування.

Запам'ятайте

Мінеральні речовини тваринного походження, як правило, мають кислий характер, а рослинного – лужний. Тому в раціоні харчування людини все повинно бути збалансовано.

Молекули води полярні, тому можуть притягувати іони багатьох сполук і руйнувати кристалічну структуру у живій рослинній клітині.

Вода бере активну участь у біохімічних реакціях, наприклад, гідролізі, гідратації і ін., виконує важливу роль і в підтримці структури рослин і тепловій рівновазі клітин.

Вода клітинного соку не дуже міцно зв'язана з тканинами рослин: легко випаровується при висушуванні і зветься **вільною**. Друга частина води 10-15%

утримується рослинними колоїдами і видаляється важче. Її називають **зв'язаною**.

Опанувати матеріал теми, замислитися над питаннями для самоконтролю, які надані в кінці лекції.

Лекція 1

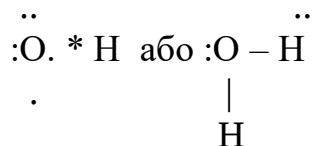
План

1. Вода, її роль в життєдіяльності живих організмів
2. Фізико-хімічні властивості води
3. Обмін води і регуляція обміну води
4. Вода в бродильних виробництвах
5. Макро-, мікро- та ультрамікроелементи

Вода – одна із найпоширеніших речовин на Землі. Вона покриває більшу частину земної поверхні. Всі живі істоти складаються із води. У 85% (головний мозок). Біля 2/3 маси людини складає вода. В організмі медузи до 95% води, в сухому насінні – 10-12%.

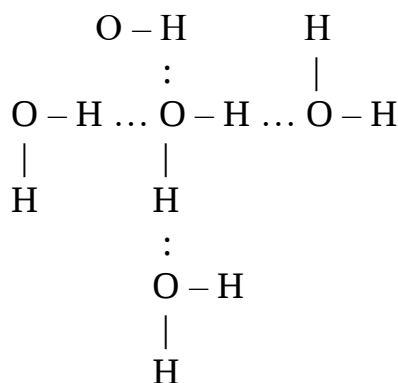
Виняткові властивості води визначаються структурою її молекули. У молекулі води один атом кисню ковалентно зв'язаний з двома атомами гідрогену. Молекула води полярна.

Структура молекули води:



Позитивні заряди зосереджені біля атомів гідрогену, так як кисень електронегативніший за гідроген.

Негативно заряджений атом кисню однієї молекули води притягується до позитивно зарядженого атома гідрогену іншої молекули з утворенням водневого зв'язку.



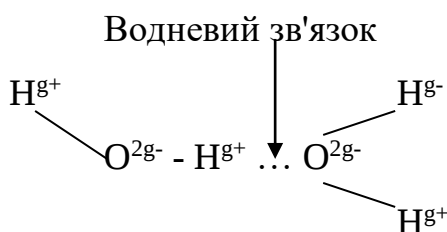
За міцністю водневий зв'язок у 15-20 разів слабше, ніж ковалентний, тому водневий зв'язок легко розривається. Це ми спостерігаємо, коли відчувається випарювання води.

Таким чином, у воді молекули рухливі, а це важливо для процесів обміну речовин. Завдяки полярній будові молекул, вода є гарним розчинником для всіх сполук, здатних до іонізації. Під час дисоціації молекули води утворюють іони H^+ , OH^- . Від'ємний логарифм концентрації іонів гідрогену називають **водневим показником pH** . Концентрацію іонів гідрогену визначають за допомогою скляного електроду.

Таким чином, всі живі організми не можуть обходитись без води. Вода суттєво впливає на харчову цінність продуктів, їх здатність до зберігання та консистенцію. Кожному продукту потрібна певна кількість вологи, за наявності якої він добре зберігається, має добрі смакові властивості та технологічні показники. Підвищення вмісту води призводить до погіршення якості або до псування продукту. Тому для багатьох харчових продуктів їх вологість, тобто вміст води, виражена у відсотках до маси продукту, і є одним з основних показників якості. Вологість продукту визначають рефрактометричним методом, методом висушування продукту, тощо.

Фізичні властивості води

1. Вода – найкращий розчинник з відомих рідин. У ній розчиняються всі необхідні живому організму сполуки (органічні та мінеральні речовини, гази). Властивості води як розчинника зумовлені особливостями її молекулярної структури.



Якщо енергія притягання молекул води до молекул якої-небудь речовини більша, ніж енергія притягання внутрішніх молекулярних структур, то речовина розчиняється. Її молекули або іони набувають можливостей рухатись вільніше, а

реакційна здатність підвищується. З цієї причини більшість біохімічних реакцій відбувається у водному середовищі, проте у воді можуть розчинятись тільки **полярні гідрофільні** (від грец. «*hydor*» - вода та «*philia*» - любов). **Гідрофобні** (від грец. «*hydor*» - вода та «*phobos*» - страх) речовини. Такі як ліпіди у воді не розчиняються і тому можуть розділяти окремі ділянки всередині клітини (такі ділянки називаються **компартментами**) або цілі клітини.

2. Вода має високу теплопровідність. У цьому її виняткове значення при розподілі тепла по організму під час екзотермічних процесів. Завдяки цьому температура всього тіла теплокровних тварин практично однакова, а перепади її зводяться до мінімуму.

3. Вода має високу температуру кипіння. Ця властивість робить можливим існування живих організмів у земних умовах (температура на поверхні Землі рідко сягає 100°C).

4. Воді властива велика теплота випаровування. Випаровуючись, вона охолоджує тіло, з якого випаровується. Така властивість активно використовується тваринами (потовиділення, теплова задишка) та рослинами (транспірація) для охолодження.

5. Вода має максимальну густину при $t = 4^{\circ}\text{C}$. Таким чином тверда вода (лід) легше від рідкої, що має життєво важливе значення для організмів, котрі зимують у водоймищах (вони вкриваються льодом, повністю не промерзають).

6. Вода відрізняється великим поверхневим натягом. Ця властивість забезпечує, зокрема, збереження форми живих клітин, транспорт води судинами (жилами) рослин, можливість існування деяких організмів на водній поверхні (ряска, водомірка та інш.).

На основі перелічених властивостей можна назвати основні **біологічні функції води**, яка є:

- розчинником біологічних молекул та іонів;
- регулятором теплового балансу в організмі;

виконує функції:

- *транспортну*;

- *механічну* – тобто сприяє збереженню внутрішнього тиску та форми клітини;
- *метаболічну* – як субстрат при синтезі та розпаді біологічних речовин;
- *електронодонертну* – як джерело електронів при фотосинтезі.

Обмін води

Завдяки випаровуванню через шкіру, з повітрям, яке вдихаємо, з виділенням сечі і калу людина втрачає в середньому 2600 мл води на добу. Досліди показали, що 6/7 витраченої води поповнюється за рахунок її надходження з їжею. Довгий час дефіцит води, який складає 350 мл, був невідомий. Однак пізніше стало зрозуміло, що цю кількість вологи організм людини отримує в результаті утворення води при обміні речовин. Ця вода утворюється в процесі життєдіяльності організму, вона одержала назву *ендогенної*, на відміну від води, яка надходить до організму з зовні – *екзогенної*.

Ендогенна вода синтезується в результаті окислення органічних сполук. Зі 100 грамів жирів при повному їх окисленні утворюється 107,1 г води, вуглеводів – 55,5 г та білків 41,3 г.

Більш енергійно відчувається обмін води в рослинах. Так кукурудза або соняшник випаровує до 200 кг води. У спеку кількість води, яка проходить через лист, у 2 рази більше ваги самого листа.

Регуляція обміну води

Деякі катіони специфічно впливають на затримку та віддачу води клітинам і тканинам. Так Na^+ викликає накопичення води в клітинах і тканинах, тоді як K^+ , Ca^{2+} викликають зовсім інший вплив.

В організмі тварин вплив на баланс води мають гормони: *діуретичний*, який сприяє виведенню води з організму із сечовиною та *антидіуретичний*

(вазопресин), який підвищує оборотне всмоктування води у ниркових каналцях і різко скорочує діурез. Ця регуляція відчувається на рівні органа – нирки.

Вода в бродильних виробництвах

Вода на цих виробництвах використовується як на технологічні цілі, тобто входить до складу напівфабрикатів і готової продукції, та в значній мірі впливає на їх якість і використовується в теплообмінних апаратах, так і на санітарно-побутові потреби: виробництво пари та інш.

Залежно від призначення води джерелами водопостачання можуть бути: мережа міського водопостачання, артезіанські свердловини, відкриті водойми.

Пивоварним, безалкогольним та лікєро-горілочним заводам дозволяється використовувати лише артезіанську воду і воду з мережі міського водопостачання. Вода повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питна». Якщо за своєю якістю вона не відповідає вимогам хоча б за одним показником, то її виправляють, якщо непрозора – освітлюють, якщо має підвищену жорсткість – пом'якшують, якщо не відповідає за мікробіологічною чистотою – знезаражують, має запах – дезодорують.

Вода і технологія консервування

В теорії консервування використовують поняття «активність води».

Активність води (A(W)) – це відношення тиску водяної пари над продуктами (P(W)) до тиску води над чистою водою (P_o). Математично це можна записати так:

$$AW = \frac{PW}{P_o} = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{чиста вода}}}$$

«Активність води» - це та рівновага вологості за якою відбувається різні біохімічні або мікробіологічні перетворення в харчових продуктах. Ці процеси впливають на якість харчових продуктів і сировину (окислення ліпідів, прогоркання, ферментативні дії, пригнічення розвитку мікроорганізмів і ін.). Таким чином досягнувши рівноваги вологості можна продовжити строк зберігання продуктів.

Макро-, мікро- та ультрамікроелементи.

Їх вміст у живих організмах та значення

У складі живих організмів виявлено понад 70 елементів таблиці Менделєєва. Серед них немає жодного, який би не траплявся і в неживій природі. За кількісним складом в організмі всі елементи можна поділити на чотири групи.

Перша група – макроелементи, вміст яких від 1% та вище. До них належать: кисень, вуглець, азот, водень, кальцій та фосфор.

Друга група – олігоелементи (від 0,1% до 1%). Цих елементів, як і мікроелементів, теж шість: калій, натрій, хлор, сульфур, магній, залізо.

Третя група – мікроелементи, що становлять менше 0,01%. Сім елементів цієї групи (цинк, мangan, кобальт, флуор, бром, йод) відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності.

Четверта група – ультрамікроелементи. До неї належать решта елементів. Концентрація їх у організмі надто мала – від 10^{-4} до 10^{-6} %; 12 із них визначені необхідними для життєдіяльності тварин та рослин (бор, літій, алюміній, кремній, олово, кадмій, миш'як, селен, титан, хром, нікель).

Точно виміряти кількість живих речовин на Землі ще не вдалось. Але за даними різних авторів, воно оцінюється величезними цифрами порядку 10^{13} – 10^{14} тон. В організмах, які складають біомасу Землі, виявлено більше ніж 60 хімічних елементів в складі будь-якого організму незалежно від рівня організації. До їх числа належать С, N, H, O, S, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu і Co. Інші елементи належать до рідкісних: їх присутність характерна для деяких груп організмів. Це Mo, B, V, Na, I, Cl, і деякі інші.

1) H, O, C, N і P складають разом більше 99% живої речовини, грають велику роль в явищах життя. Перша з них – здатність утворювати кратні зв'язки.

2) Так, наприклад, вуглець має більше сполук, ніж кремній. Атоми згаданих елементів відрізняються малими розмірами, утворюють відносно щільні молекули.

3) Третя якість належить Р і S і тільки в невеликій мірі N. На базі вказаних елементів виникають специфічні сполуки, при розчепленні яких виділяється більше енергії, необхідні для процесу життєдіяльності організмів.

У живому організмі всі основні пластичні й енергетичні сполуки побудовані із O, C, H, P і N.

Кальцій (Ca) – становить основну частину кісткової тканини. Він необхідний для нормальної діяльності нервової системи і роботи м'язів. Потреба в Ca у дорослої людини 800 мг на добу.

Більше всього кальцію міститься в молоці 120 мг%, у творогу 1000 мг%. 4/5 усієї потреби в кальції задовольняють молочні продукти. В деяких рослинних продуктах містяться речовини, які зменшують всмоктування кальцію. До їх числа належать фітинові кислоти у злакових і щавлева кислота у щавлі і шпинаті. В результаті взаємодії цих кислот з кальцієм утворюються нерозчинні філати і оксалати і всмоктування цього елемента ускладнюється.

Фосфор (P) – елемент, який входить до складу білків, фосфоліпідів, нуклеїнових кислот. Крім пластичної ролі сполуки фосфору приймають участь в обміні енергією. Потреба у фосфорі для дорослих - 1200 мг на добу. Його багато в рибі (205 мг%), хлібі (200 мг%), м'ясі (180 мг%). Ще більше у квасолі (540 мг%), гороху (330 мг%), творогу (500-600 мг%). Основну кількість фосфору людина вживає з молоком і хлібом.

Якщо його багато, то може відбуватися виділення кальцію із кісток, може розвиватись сечокам'яна хвороба.

Магній (Mg) – елемент, який приймає участь у формуванні кісток, регуляції роботи нервової тканини, в формуванні вуглеводів та енергетичному обміні. Потреба у магнії для дорослих – 400 мг на добу. У хлібі міститься 85-90 мг% магнію, в вівсяній крупі – 116, квасолі – 103 мг%, гороху – 170-230 мг%, овочі 10-14 мг%. У молоці і сирі міститься відносно мало магнію: 14-23 мг%. Однак на відміну від рослинних продуктів в них знаходиться в легкозасвоюваній формі у вигляді цитрата магнія.

Натрій (Na) – важливий міжклітинний і внутрішньоклітинний елемент, який приймає участь у будові буферності крові, регуляції кров'яного тиску,

водного обміну, активізації харчових ферментів, регуляції нервової і м'язової тканини.

Вміст природного натрію в харчових продуктах: 15-18 мг%; його вживається не більше 0,8 г на добу. Але доросла людина вживає натрію більше – 4-6 г на добу, в тому числі біля 2,4 г натрію з хлібом, з солоною їжею. Основна кількість натрію (більше 80%) організм отримує при споживанні продуктів виготовлених з додаванням кухонної солі (NaCl). В ній міститься 39% натрію і 61% хлору.

Відомо, що в стародавні часи не додавали солі в їжу. Її стали вживати тільки в останні 1-2 тис. років, як смакову приправу, а потім, як консервант. Однак до сих пір народи Африки, Азії добре обходяться без харчової солі.

Потреба в натрію – 1 г на добу. Однак потреба в натрії суттєво підвищується (в 2 рази) при сильному потовиділенні, в умовах жаркого клімату, при великих фізичних навантаженнях. Надлишок вживання NaCl перевантажує нирки і серце. В результаті набрякає обличчя, ноги. Для багатьох людей зовсім не шкідливо потребляти 4 г натрію на добу, тобто крім 0,8 г натрію природного можна вживати до 3,2 з NaCl (тобто біля 8 г солі).

Калій (K) – внутріклітинний елемент, який регулює кислотно-лужний баланс крові. Він приймає участь в передачі нервових імпульсів, активізує роботу ряду ферментів. Вважають, що калій має захисні властивості проти дії надлишку натрію і нормалізує тиск крові. За цією причиною в деяких країнах запропоновано випускати NaCl з додаванням KCl. Калій збільшує виділення сечі.

В багатьох харчових продуктах вміст калію 150-570 мг%. Помітно його більше в бобових (горох – 870 мг%, квасоля – 1100 мг%), картоплі – 570 мг%, в яблуках і винограді – біля 250 мг%.

Добова потреба дорослої людини в калії – 2500-5000 мг – забезпечується в основному за рахунок картоплі.

Хлор (CL) – елемент, який приймає участь в утворенні шлункового соку, формуванні плазми, він активує ряд ферментів. Вміст хлору в харчових

продуктах 2-160 мг%. Основну його кількість (до 90%) дорослі одержують з повареною сіллю.

Добова потреба людини в солі – біля 2 г. Із них 3,7 мг одержують з хлібом і 1,5-4,6 г при підсолюванні їжі повареною сіллю.

Сірка (S) - елемент, значення його в харчуванні визначається в першу чергу тим, що він входить до складу білків у вигляді сульфурвмісних кислот (метіоніна і цистіна), а також до складу деяких гормонів і вітамінів. Сірки більше в тваринних продуктах, ніж в рослинних.

Потреба людини в сульфурі (біля 1 г на добу) забезпечується добовим раціоном.

Мікроелементи

Залізо (Fe) – елемент, який приймає участь в утворенні гемоглобіну і деяких ферментів. Вміст заліза в харчових продуктах 70-4000 мг%. Особливо багато заліза в нирках, печінці, бобових (6000-20000 мкг%). Відносно мало заліза в білому хлібі із борошна вищого ґатунку (9000 мкг%).

Потреба дорослої людини в залізі 14 мг на добу, вона з надлишками задовольняється звичайним раціоном. При цьому слід прийняти до уваги, що зернові продукти, багаті фосфатами і фітіном, утворюють з залізом важкорозчинні солі і знижують його вживання біля 30% заліза, із зернових – 5 - 10%. Чай також знижує вживання заліза, так як зв'язує його з дубильними речовинами, тому люди, які страждають анемією, повинні вживати більше м'яса і не вживати чаю.

Цинк (Zn) – елемент, значення якого визначається тим, що він входить до складу гормону інсуліну, приймає участь у вуглеводному обміні. Нестача цинку у дітей стримує ріст і статевий розвиток.

Вміст цинку в харчових продуктах 150-2500 мкг%. Але в печінці і бобових 3100-5000 мкг%. Добова потреба у цинку 8-22 мг. Дуже погано засвоюється цинк, який міститься у виробах із недріжджевого тіста.

Йод (I) – необхідний елемент, який приймає участь в утворенні гормону тироксину. Потреба в йоді 100-150 мкг на добу. При нестачі йоду розвивається зобна хвороба. Багато його в рибі (50 мкг%), печінці тріски – 800 мкг%, морській капусті (50-70000 мкг%). Однак при тепловій обробці і довгому зберіганні значна його частина (від 20 до 60%) втрачається.

Там де його мало, його додають в поварену сіль (25 мг на 1 кг солі). Строк зберігання такої солі не більше 6 місяців, так як потім він випаровується.

Фтор (F) – елемент, при малої кількості котрого розвивається карієс. Потреба в ньому дорослої людини 3 мг на добу (1/3 з їжею і 2/3 з водою). У харчових продуктах фтору міститься мало.

Виняток складає морська риба (500 мкг%, в скумбрії – до 1400 мкг%), чай грузинський – 76000 мкг% (при заварюванні 2/3 фтору переходить в розчин). В результаті в чашці чаю може бути 0,1-0,2 мг фтору. В районах, де фтору в воді мало (менше 0,5 мг/л), проводять фторування води. Однак надлишок вживання фтору (більше 1,2 мг/л) викликає флуфоз (плямисть емалі зубів).

Особливо суворо обмежити вміст таких високотоксичних елементів, як ртуть, кадмій, свинець, миш'як, мідь, цинк, залізо і олово в надлишку теж шкідливі для здоров'я.

Ряд важких металів, таких як залізо і мідь, навіть в невеликих концентраціях, можуть викликати небажані окислення продуктів. Так, наприклад, при концентрації заліза вище 1,5 мг/кг і міді 0,4 мг/кг при довгому зберіганні вершкового масла і маргарину. Ці метали викликають прогоркання. При зберіганні напоїв в присутності заліза вище 5 мг/л і міді 1 мг/л при певних умовах часто можуть викликати помутніння.

Мінеральні речовини або зольні елементи – це хімічні елементи, що залишаються у вигляді золи після спалювання і прожарювання продукту при високих температурах.

При перевірці якості харчових продуктів визначають загальну кількість золи або зольність продуктів, роблять висновок про відсутність забруднень і про гатунок продукту. При наявності забруднень у продуктах вміст золи зростає.

Питання для самоконтролю

1. Які речовини складають неорганічну фазу живих організмів?
2. Якими сполуками представлена органічна фаза живих організмів?
3. Роль води в життєдіяльності організмів.
4. Фізико-хімічні властивості води.
5. Вплив вологості на якість харчових продуктів.
6. Що називається «активністю» води і як це впливає на стабільність харчових продуктів?
7. Що називають зольними елементами?
8. Класифікація елементів.
9. Значення мікроелементів, мікроелементів і олігоелементів для живих організмів.
10. Які показники якості харчового продукту визначають за кількістю золи в ньому?

Лекція 2

Розділ: 1. Хімічний склад організмів

Тема: 1.2 Вуглеводи

Мета: Вивчити і знати функції вуглеводів, розподіл їх на групи, похідні циклічних моносахаридів. Вміти писати формули і рівняння хімічних реакцій.

Вид контролю: усне опитування.

Міжпредметні зв'язки: органічна хімія, технологія консервування і переробка плодів і овочів

Використана література:

Л-3. Кучеренко М. Є. та ін. Біохімія – К.: Либідь, 1995

Сандурська О.Н. «Загальна біохімія».

Методичні вказівки

Вивчаючи тему «Вуглеводи» *зверніть особливу увагу:*

- на значення вуглеводів для живих організмів, на похідні циклічних моносахаридів, що утворюються в результаті заміщення глікозидного гідроксилу на радикал.
- до складу яких речовин входить арабіноза, ксилоза, Д(+) – рибоза, α -Д(+) – глюкоза, Д(+) – галактоза, Д(-) – фруктоза. Знати значення олігосахаридів, їх фізичні та хімічні властивості.
- вуглеводи діляться на прості і складні (моносахариди і полісахариди).

Треба відмітити, що для моносахаридів характерна таутомерія – це існування речовин в різних формах, які знаходяться в рухливій рівновазі один з одним.

Запам'ятайте:

- карбонільну і циклічну (полуацетальну) форму для глюкози і фруктози. розгляньте механізм перетворення моносахаридів. Ознайомтесь з окремими представниками глюкозою і фруктозою, їх властивостям у харчовій сировині і продуктах переробки.

- важливою властивістю моносахаридів є бродіння. Процеси спиртового бродіння відіграють важливу роль в бродильному і хлібопекарному виробництві. Процеси молочнокислого бродіння проходять при дозріванні тіста, квашенні овочів, силосуванні рослинних кормів

В процесі вивчення теми зверніть увагу, що олігосахариди – це складні речовини, молекули яких розпадаються на дві молекули моносахаридів.

Треба відмітити харчову цінність сахарози, мальтози, лактози, целобіози.

Запам'ятайте як основне твердження:

Дисахариди під дією кислот або ферментів гідролізуються. Сахароза під дією ферменту дріжджів інвертази утворює суміш Д - глюкози і Д – фруктози.

Ця суміш має назву інвертного цукру, а процес гідролізу цукру – інверсією. Інвертний цукор широко застосовується в кондитерській промисловості замість патоки як антикристалізатор.

Ознайомтесь з будовою і властивостями найважливіших полісахаридів (крохмалю, глікогену, целюлози, пектинових речовин, геміцелюлози, камеді та слизу).

Звернути увагу:

- на гідроліз крохмалю, який проходить при нагріванні крохмалю з мінеральними кислотами, а також під дією ферментів.

Запам'ятайте як основне твердження:

Суміш продуктів гідролізу крохмалю називають патокою. Патока застосовується в харчовій промисловості (кондитерській, хлібопекарській).

Зверніть увагу:

В останні роки широке застосування в харчовій промисловості знаходять модифіковані крохмалі, властивості яких в наслідок різноподібних видів впливу (хімічного, фізичного, біологічного) відрізняються від властивостей звичайних крохмалів.

Крохмаль застосовують для одержання білкових продуктів харчування.

Ознайомтесь з геміцелюлозами, які разом з целюлозою утворюють клітинні стінки рослинних тканин.

Треба знати, що геміцелюлози широко застосовують для одержання різноподібних кормових і харчових продуктів, серед яких необхідно виділити агар і ксиліт.

Лекція 2

План

1. Функції вуглеводів
2. Класифікація вуглеводів
3. Схема утворення глікозидного зв'язку
4. Реакції карбонільних форм моносахаридів
5. Реакції циклічних форм моносахаридів
6. Бродіння моносахаридів
7. Представники моносахаридів (арабіноза, ксилоза, рибоза, глюкоза, фруктоза, моноза, галактоза)
8. Будова та властивості дисахаридів і полісахаридів

Вуглеводи – найбільш розповсюджені сполуки, що беруть участь у побудові клітини та використовуються у процесі їх життєдіяльності. Поняття «вуглеводи» охоплює альдегіди та кетони багатоатомних спиртів, а також полімери цих сполук зі спільною формулою $C_n(H_2O)_m$. Назва відображає той факт, що водень і кисень у молекулах вуглеводів присутні у тому ж співвідношенні, що і в молекулі води.

У біосфері вуглеводів більше, ніж усіх органічних сполук у сукупності. У рослинному світі на них припадає 80-90% всієї маси рослин. У тваринному організмі вміст вуглеводів становить близько 2% маси тіла, проте значення цих речовин надто велике.

Вуглеводи – це продукти, які під впливом енергії сонячного світла утворюються у зеленій рослині з CO_2 і H_2O і дають початок іншим органічним сполукам живих організмів.

Функції вуглеводів важливі і різноманітні.

Енергетична. Окислюють у процесі клітинного дихання, вуглеводи вивільнюють закладену в них енергію, забезпечують значну частину енергетичної потреби організму.

Пластична. Вуглеводи беруть участь у синтезі багатьох найважливіших для організму речовин: нуклеїнових кислот, амінокислот, ліпідів.

Захисна. Вуглеводи – основні компоненти оболонок рослинних клітин.

Опорна. Целюлоза та інші полісахариди оболонок рослинних клітин не тільки захищають клітини від зовнішніх впливів, а й створюють міцний стовбур (стебло) рослини, його механічні та опорні тканини.

Класифікація вуглеводів

Великий клас вуглеводів ділиться на три групи.

1. Прості вуглеводи (моносахариди), або монози – вуглеводи, які не можуть гідролізуватися з утворенням більш простих цукрів.

2. Олігосахариди є сполуками, до складу яких входять від 2-х до 10 моносахаридів, що з'єднуються глікозидними зв'язками.

3. Складні вуглеводи (полісахариди) або поліози – вуглеводи, які при гідролізі розкладаються на більш прості цукри.

Складні вуглеводи в свою чергу поділяються на:

1) *Сахароподібні вуглеводи (сахароподібні полісахариди)* – подібні до цукру, вони солодкі на смак, розчинні у воді;

2) *Несахароподібні вуглеводи (несахароподібні полісахариди)* – не солодкі на смак і нерозчинні у воді.

Основні класи вуглеводів і їх найбільш поширені представники наведені в таблиці 1.

Моносахариди класифікують за різними ознаками:

1. За кількістю атомів карбону в молекулі моносахариди поділяють на тріози ($C_3H_6O_3$), тетрози ($C_4H_8O_4$), пентози ($C_5H_{10}O_5$) і т.д.

2. В залежності від наявності в молекулі альдегідної або кетонної функціональної групи розрізняють:

а) альдози (монози з альдегідною групою);

б) кетози (монози з кетонною групою)

Альдоза: $CH_2OH - (CHOH)_n - C = O$

Н

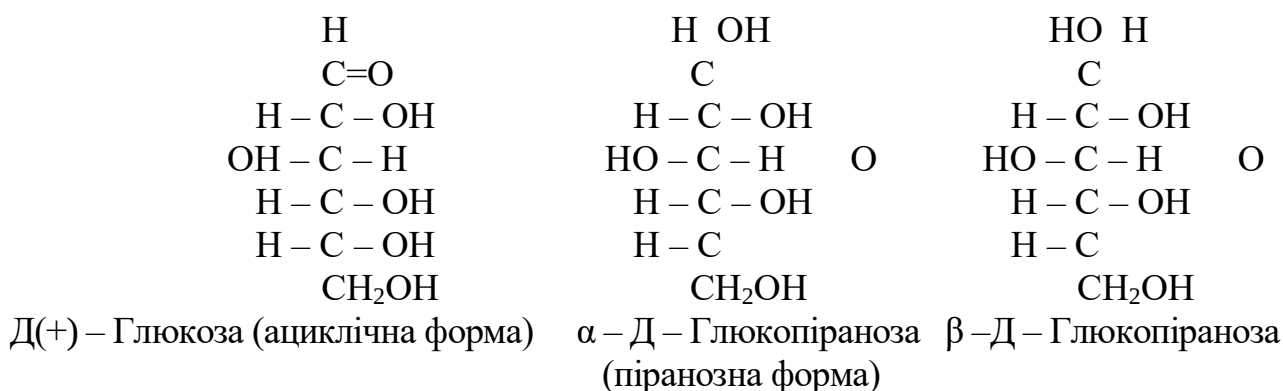
Кетоза: $CH_2OH - (CHOH)_n - CO - CH_2OH$.

Моносахариди існують у двох таутомерних формах:

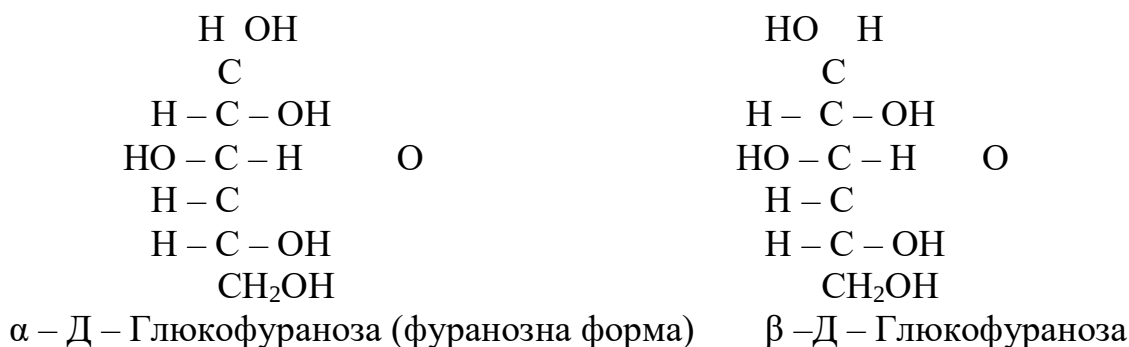
- 1) лінійній (ланцюгова);
- 2) циклічній (кільцевій).

У молекулах моносахаридів є одна карбоксильна і декілько гідроксильних груп; відповідно, можна уявити різні варіанти утворення внутрішньо-молекулярного полуацетала.

У альдогексозах легше всього реагують з карбонільною групою гідроксильні, розташовані біля п'ятого або четвертого атомів карбону. При цьому утворюються полуацеталі і молекули приймають циклічну будову: шестичленний гетероцикл типу пірану або п'ятичленний цикл типу фурану.



Піранозна форма утворюється внаслідок переходу атома гідрогену гідроксильної групи у п'ятого атома карбону до оксисену альдегідної групи з утворенням полуацетала.



Циклічна фуранозна форма утворюється аналогічно піранозній форми – шляхом сполучення першого і четвертого атомів карбону кисневим мостиком.

Запам'ятайте!

Хімічні властивості моносахаридів зумовлюються наявністю в них карбонільного, спиртових і глікозидного гідроксилів.

Під час утворення циклічних форм альдогексоз з'являється новий асиметричний, або глікозидний атом карбону, внаслідок чого виникають два нових ізомери – α і β – форми. Гідроксил, що виникає біля С-1, називається *глікозидним*. Він має вищі реакційні властивості, в порівнянні з іншими гідроксилами.

Схема утворення глікозидного зв'язку (таблиця 2).

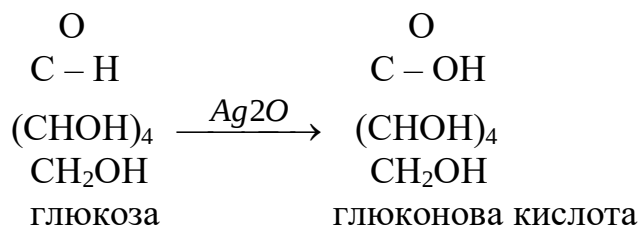
Хімічні властивості моносахаридів зумовлюється наявністю в них карбонільного, спиртових і глікозидного гідроксилів.

Таблиця 1. Класифікація вуглеводів і окремих представників

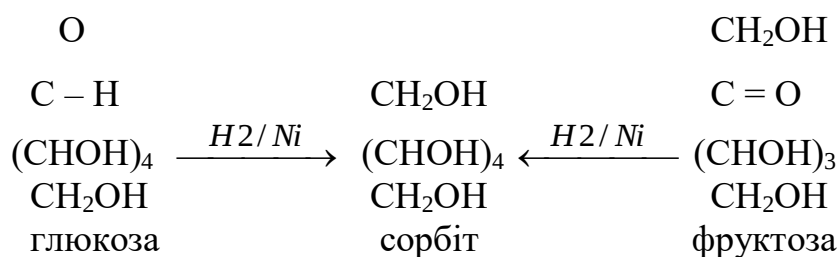
Клас		Представники		
назва	група	формула	підгрупа	назва
I. Прості вуглеводи (моносахариди або манози)	Гексози С=6	$C_6H_{12}O_6$	Альдогексози (альдегідоспирти)	Глюкоза Маноза Галактоза
			Кетогексози (кетоспирти)	-
II. Складні вуглеводи (полісахариди або поліази) 1) сахароподібні полісахариди	Дисахариди	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Невідновлюючі цукри	Сахароза (тростинний або буряковий цукор) Трегалоза (грибний цукор)
			Відновлюючі цукри	Лактоза (молочний цукор) Мальтоза (солодовий цукор)
2) несахароподібні полісахариди	Полісахариди	а) $(C_6H_{10}O_5)_n$	Складаються із залишків глюкози	Крохмаль, клітковина (целюлоза), глікоген
			Складаються із залишків фруктози	Інсулін
		б) похідні полігалактуронових кислот	-	Пектинові речовини

Реакції карбонільних форм моносахаридів

Окиснення. У разі використання слабких окислювачів (бромна вода, аміачний розчин аргентум оксиду) окиснюється тільки альдегідна група.

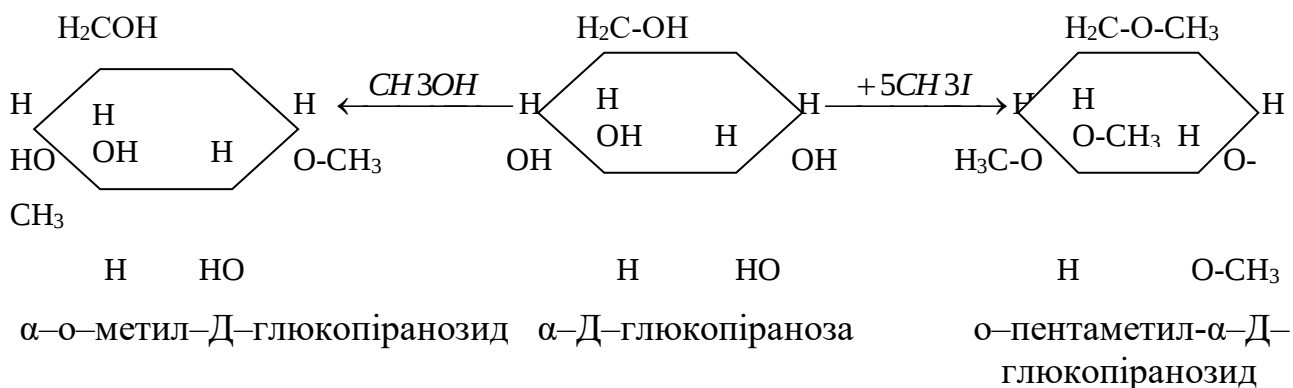


Відновлення. Відновлення моносахаридів зумовлює утворення багатоатомних спиртів.

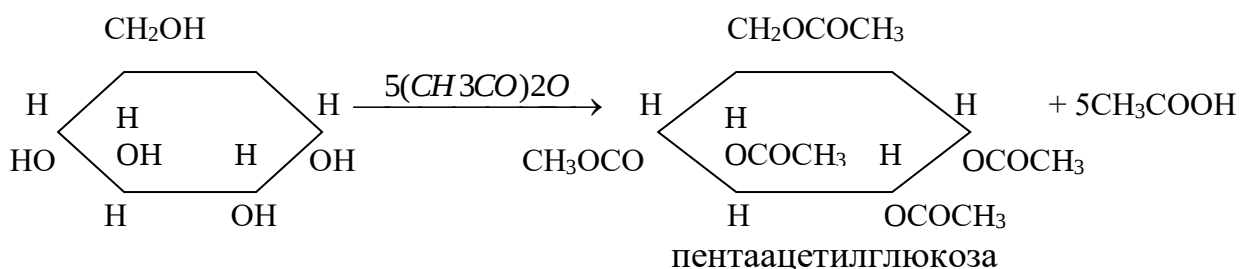


Реакція циклічних форм моносахаридів

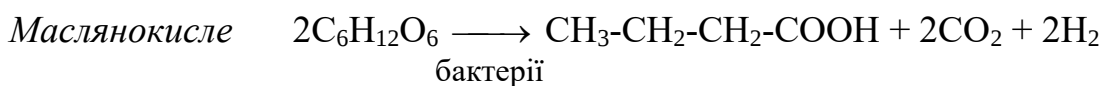
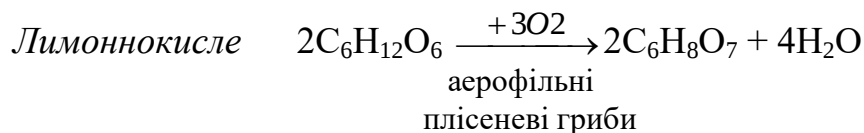
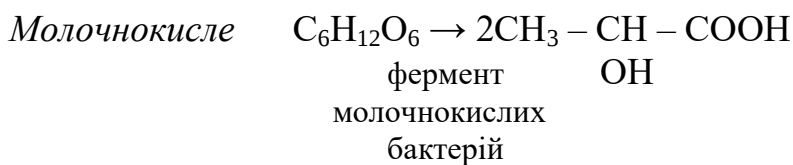
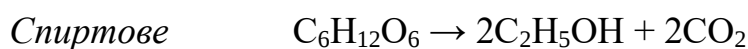
Реакція алкілування. Глікозидний гідроксил відрізняється більшою реакційною здатністю від інших (спиртових) гідроксилів. Тому із спиртами за наявності хлороводню реагує лише він. У результаті такої реакції утворюється етер моносахаридів, який називається глікозидом. У разі використання йодистого метилу відбувається заміщення атомів гідрогену всіх гідроксильних груп:



Реакція ацилювання. Реакції ацилювання відбуваються під дією ацилюючих агентів (ангідридів або галогенангідридів кислот), при цьому утворюються естери за всіма гідроксильними групами.



Бродіння моносахаридів. Бродінням називають складний процес розщеплення моносахаридів під впливом різних мікроорганізмів. Розрізняють такі види бродіння:

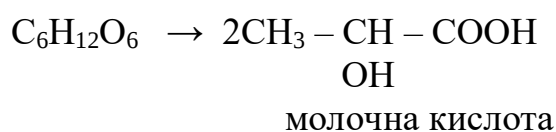
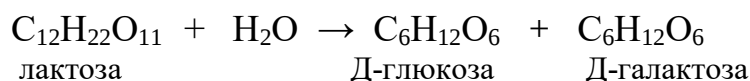


Найбільш вивчено спиртове бродіння. Процес спиртового бродіння заключається в тому, що одне із простих цукристих речовин – глюкоза або виноградний цукор, в присутності дріжджів розщеплюється, утворюючи етиловий спирт і CO_2 . Бродіння – каталітичний процес, його викликають речовини, які утворюються в клітках дріжджів. Ці речовини відносяться до ензимів або ферментів – біологічних каталізаторів білкового характеру. Глюкоза широко поширена в природі. Вона входить до виноградного, а також інших плодових соків. При спеціальному введенні дріжджової культури сік перетворюється у вино (*spiritus vini*) лат. «дух вина» – звідки і назва винний

спирт. Таким чином одержують виноградні і різні плодово-ягідні вина. Вміст етилового спирту в виноградному вині – 14-16%. Крім цього у вині утворюються кислоти (вина, яблучна, янтарна та ін.), а також гліцерин, альдегіди, ефіри – складають смак і «букет» вина. Бродіння відбувається при зберіганні певних умов. Так спиртове бродіння зупиняється, коли в бродильному середовищі знаходиться 15-20% винного спирту, так як продукт бродіння пригнічує (або вбиває) мікробів, його викликаючих.

Молочнокисле бродіння також затримується при досягненні певної концентрації молочної кислоти; щоб воно продовжувалося приходиться усувати цю кислоту.

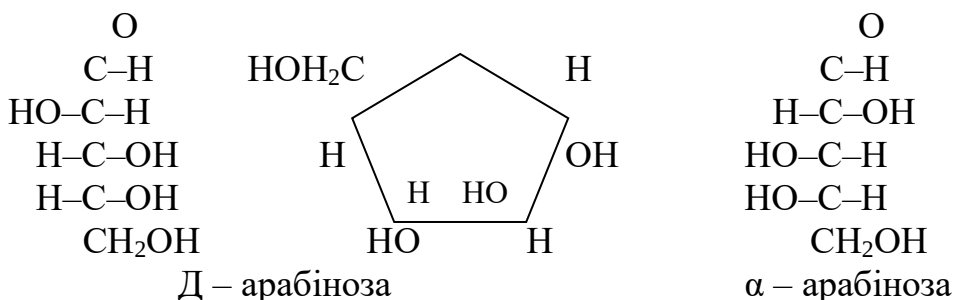
При квашенні капусти, яблук, гарбузів відбувається молочнокисле і спиртове бродіння. При взаємодії спирту з кислотою утворюються складні естери, які надають продуктам смак і аромат. При консервуванні огірків відбувається молочнокисле бродіння. Присутність солі (4-5%) збільшує строк зберігання продукту, його смакові якості. При виготовленні кефіру бактерії зброджують молочний цукор (лактозу) з утворенням молочної кислоти.



Кисле середовище викликає коагуляцію (згортання) білку і молоко перетворюється в кисляк.

Представники моносахаридів: арабіноза, ксилоза, рибоза, глюкоза, фруктоза, маноза, галактоза

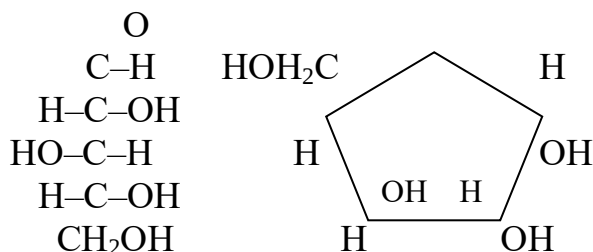
Д(+)Арабіноза – належить до альдоз. Її формула:



У природі частіше зустрічаються α (+) – арабіноза. Вона входить до складу пектинових речовин, геміцелюлози, гуміарабіка, вишневого клею, буряку. З буряку арабінозу одержують разом з глюкозою, яку видаляють бродінням.

При окисненні арабінози утворюється арабонова кислота, а при відновленні – спирт арабіт (зустрічається в лішайнику).

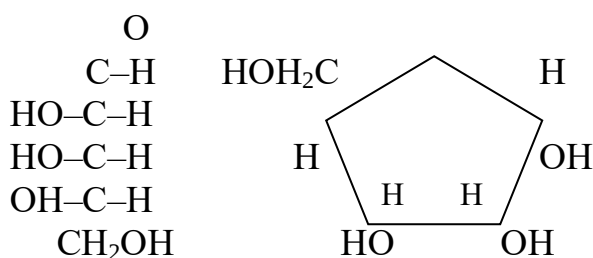
Д(+) - Ксилоза – альдопентоза.



Вона утворюється при гідролізі полісахариду ксилозану, який знаходиться в соломі, деревині, кукурудзяних качанах, оболонках зерна.

Ксилоза солодка на смак, тому її використовують у кондитерській промисловості, а також під час вирощування харчових дріжджів. При окисненні ксилоли – триоксиглутарову кислоту, яку використовують у харчовій промисловості як замінник лимонної кислоти.

Д(+) – Рибоза – альдопентоза.



Рибоза грає значну біологічну роль. Вона входить до складу рибонуклеїнових кислот (РНК) і деяких інших біологічно важливих сполук. Одержують рибозу епімеризацією арабінози. Внаслідок окислення рибози утворюється рибонова кислота, відновлення – спирт рибітол, який є складовою частиною деяких вітамінів і ферментів.

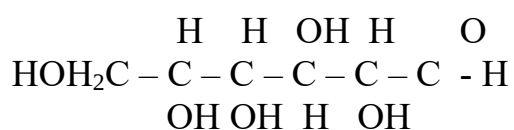
α - Д(+) – **Глюкоза або декстроза** є альдозою, поширена в тваринних і рослинних організмах. Вона ще називається виноградним цукром. Крім винограду, вона зустрічається в інших солодких плодах, в насінні, листві, квітах. Зазвичай вона зустрічається в суміші з фруктозою, а іноді і сахарозою.

Солодкість глюкози складає 70% від солодкості цукру. Солодкість цукру різна і визначається за шкалою Бистер-Вуду і Валіну.

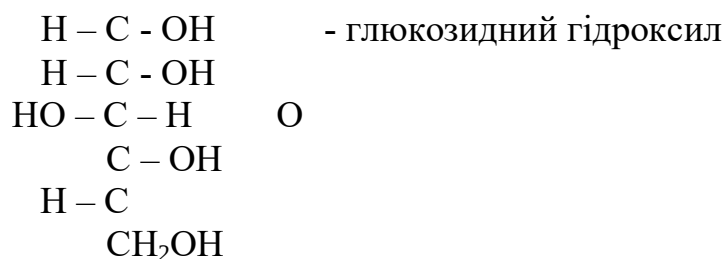
Сахароза 100 ⁰	Ксилоза 40 ⁰
Фруктоза 173 ⁰	Мальтоза 32,5 ⁰
Ін.цукор 130 ⁰	Лактоза 16 ⁰
Глюкоза 74 ⁰	

α – глюкоза приймає участь у побудові молекул більш складних вуглеводів (крохмаль, глікоген, сахароза, клітковина).

α – глюкоза уявляє собою багатоатомний альдегідоспирт і має слідуючу структурну формулу:



У розчинах глюкоза має циклічну формулу:

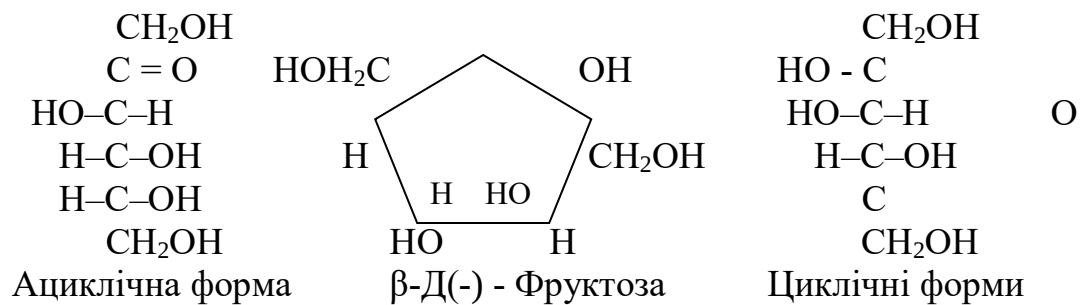


Якщо гідроген глюкозидного гідроксила заміщується будь-яким радикалом, то утворюється нова речовина, яка називається глюкозидом (дубільні речовини – флавони і антоціани).

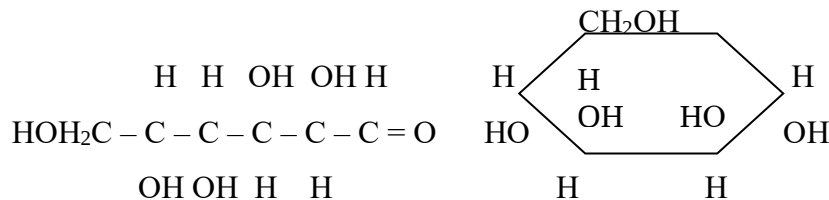
При нагріванні глюкози до 170⁰С вона дає білу несолодку речовину – глюкозан (C₆H₁₀O₅). Якщо нагрівати далі, то утворюється суміш колоїдних продуктів коричневого кольору і гіркого смаку.

Технічна глюкоза містить багато різних солей, декстринів і інших маловивчених речовин, які погано впливають на якість вин.

Д(-) Фруктоза – кетогексоза є лівообертаючою (-92,4⁰), тому називається левульозою. Зустрічається в усіх плодах і ягодах, у томатах. Знаходиться в листі, стеблах, насінні багатьох рослин. Вона міститься у бджолиному меді, входить до складу дисахариду сахарози та полісахариду інуліну.



Д(+)- Маноза – альдогексоза є правообертаючою (+14,2⁰).



Маноза у вільному стані міститься в апельсині, слизу кишечника, в бактеріальних полісахаридах. Похідним манози є спирт маніт. Одержують її гідролізом полісахарида манана, який міститься в грибах і деяких дріжджах.

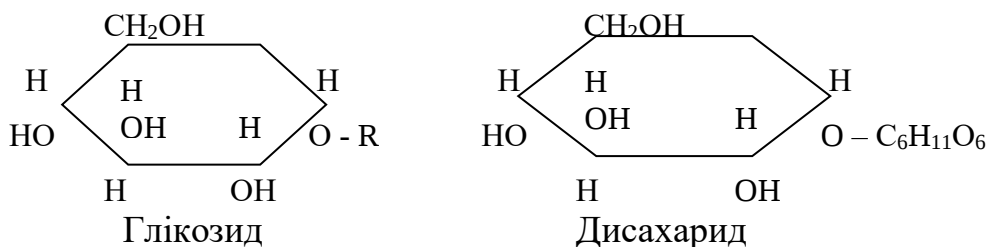
Д(+)- Галактоза (цереброза) разом з глюкозою входить до складу деяких глікозидів і полісахаридів. Її виявили в нервових вузлах (гангліях) людини і тварин. Одержують галактозу в основному гідролізом молочного цукру. Галактоза є складовою частиною полісахариду агар-агар, гуміарабіка. При окисленні галактоза дає спочатку галактонову, а потім слизову (галактарову) кислоту.

При відновленні галактоза утворює спирт дульцит.



Будова та властивості дисахаридів

Усі дисахариди утворюються з циклічної форми моносахаридів шляхом заміщення атома гідрогену в полуацетальном гідроксилі залишком іншої молекули моносахарида:

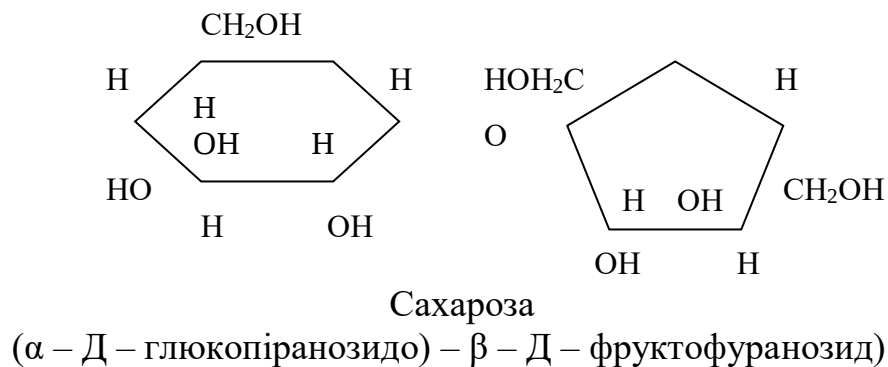


Залишки двох молекул моносахарида в дисахариді можуть бути однаковими або різними. Залишки моносахаридів у молекулах дисахаридів можуть бути сполучені двома глікозидними гідроксилами. Такий тип зв'язку називається **глікозидо-глікозидним**. За цим типом побудована сахароза. Якщо зв'язок утворюється за рахунок глікозидного гідроксилу одного моносахарида та будь-якого іншого гідроксилу іншого моносахариду, то це **глікозидо-глюкозний** тип зв'язку. Так побудована молекула мальтози, лактози, целобіози. У їх молекулах залишається один вільний глікозидний гідроксил. Отже, існує таутомерна, карбонільна (ациклічна) форма, і тому вони є редукуючими цукрами, мають відновні властивості.

Сахароза (цукроза) – тростинний або буряковий цукор.

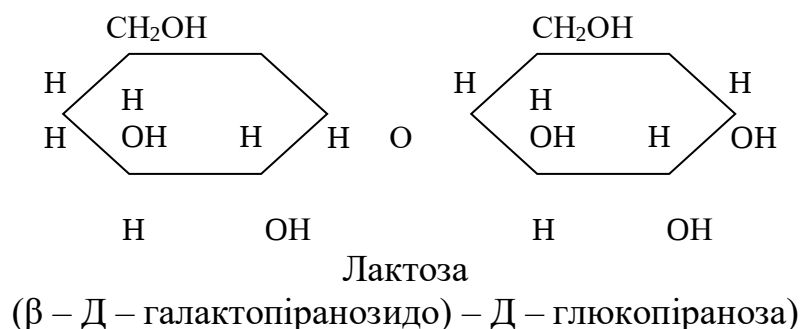
Тростинний цукор був відомий за багато століть до нашої ери, але лише в середині XVIII ст. було виявлено в цукровому буряку і тільки на початку XIX ст. його одержали в виробничих умовах.

Листя і насіння завжди містять невелику кількість тростинного цукру. Вона знаходиться також у плодах (абрикосах, персиках, ананасі). При гідролізі з неї утворюється глюкоза і фруктоза. Сахароза – невідновлювальний цукор, у неї немає вільного полуацетального гідроксила. Сахароза гідролізується легше, ніж інші дисахариди.



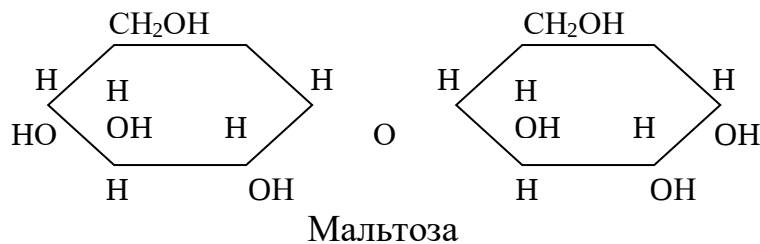
У зв'язку із зміною в процесі гідроліза правого обертання розчину на ліве гідроліз сахарози називають **інверсією**. Суміш рівної кількості глюкози і фруктози, яка одержана в результаті інверсії тростинного цукру, називається **інвертним цукром**. Природним інвертованим цукром є мед. Під впливом специфічних мікроорганізмів сахароза зазнає спиртового, молочнокислого, маслянокислого та інших видів бродіння.

Лактоза (молочний цукор). Назва виникла у зв'язку одержанням її з молока. При гідролізі лактози утворюються глюкоза і галактоза. Лактоза має відновні властивості, її молекула має один вільний полуацетальний гідроксил. Цей гідроксил належить залишку глюкози, а кисневий мостик з'єднує перший атом карбону залишка галактози з четвертим атомом карбону залишка глюкози:

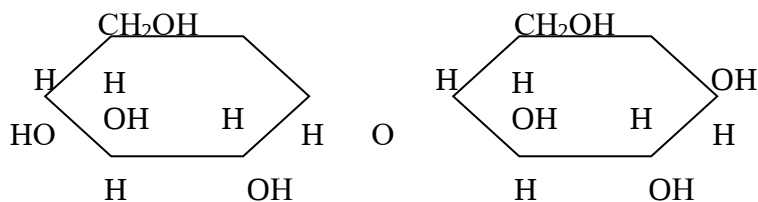


Міститься в молоці людини і тварин, виявлена в пилкових трубках деяких рослин.

Мальтоза – солодкий цукор. Складається з двох залишків молекул α – глюкози, з'єднаних по глікзидо-глюкозному типу, має відновні властивості.



Целобіоза – це дисахарид, який утворюється при гідролізі целюлози (клітковини). Целобіоза, як і мальтоза, побудована з двох залишків глюкози, але з'єднаних не α – 1,4-, а β – 1,4 – глікозидним зв'язком:



Целобіоза утворюється в наслідок ферментативного гідролізу целюлози.

Будова, властивості та значення полісахаридів

Молекули полісахаридів побудовані з різного числа залишків моноз, які утворюються при гідролізі складних вуглеводів. Якщо молекула побудована із залишків одного типу моносахариду, то сполуку відносять до гомополісахаридів (крохмаль, глікоген, клітковина, інсулін); якщо до складу молекули входять залишки моносахаридів двох чи кількох типів, то вуглевод відносять до гетерополісахаридів (геміцелюлоза, камеді і ін.).

Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n. Крохмаль утворюється при фотосинтезі в зеленому листі у вигляді зерен. Крохмаль – це білий, аморфний порошок. Містить 10-20% води, видалити яку можна повільним нагріванням.

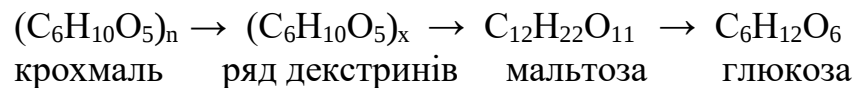
З крохмалю можна приготувати водний розчин – крохмальний клейстер.

Клейстеризація крохмалю – набухання зерен крохмалю.

Є два види клейстеризації:

- а) обмежене набухання – часткове набухання, пов'язане з збереженням структури зерна крохмалю;
- б) повне набухання – необмежене, пов'язане з повним руйнуванням первинної структури молекули крохмалю і утворенням колоїдного розчину – крохмального клейстеру.

Швидке нагрівання крохмалю приводить до розщеплення поліцукридного ланцюга на більш короткі фрагменти – **декстрини**. Склад крохмалю і декстринів однаковий, але сутність полімеризації крохмалю більша, ніж декстрину. Декстринізацію можна проводити, використовуючи ферментативний або кислотний гідроліз крохмалю, який відбувається слідуючим шляхом:



Ця здібність «оцукрюватись» використовується в харчовій промисловості при виробництві пива і спиртовому виробництві. Очищений крохмаль застосовується при виробництві кондитерських і кулінарних виробів, ковбас.

Крохмаль у виноградних ягодах міститься тільки в період їх росту, є запасною харчовою речовиною. До моменту визрівання зникає з ягід і накопичується в лозі.

Фелінгову рідину крохмаль не відновлює.

Дуже відома кольорова реакція крохмалю з йодом. Виникає синє забарвлення.

Крохмаль харчових продуктів – хліба, круп, картоплі в значній мірі покриває потребу людини в вуглеводах.

Глікоген – резервна поживна речовина в організмі людини та тварин. Складається з залишків глюкози. Важливий енергетичний запасний матеріал тварин (у печінці – 10%, м'язах – 0,3-1%) присутній в деяких рослинах, наприклад, у зернах кукурудзи. Добре розчиняється в гарячій воді, але його розчини при охолодженні не утворюють клейстер.

Глікоген з йодом дає червоно-фіолетове або червоно-коричнєве забарвлення.

У харчовій промисловості знаходять широке застосування модифіковані крохмалі, властивості яких у результаті різних видів впливу (фізичного, хімічного, біологічного) відрізняється від властивостей звичайних крохмалів. Модифікація крохмалю дозволяє суттєво змінити його властивості (гідрофільність, здібності до клейстеризації, студнеутворення). Модифікований крохмаль застосовується в хлібопекарній і кондитерській промисловості, в тому числі для одержання безбілкових продуктів харчування.

Целюлоза або клітковина ($C_6H_{10}O_5$)_n. Це головний компонент і опорний матеріал клітинних стінок рослин. Вміст клітковини в насінні хлопчатнику 98%, деревині – 40-50%, зернах пшениці – 3%, кукурудзі – 2,2%, соняшнику – 15%. Молекула клітковини складається із залишків β -глюкози з'єднаних β -1,4-глікозидним зв'язком. При гідролізі целюлози утворюється редукуючий дисахарид целобіози, при повному гідролізі утворюється β -глюкоза.

Ферменти шлунково-кишкового тракту людини не розщеплюють целюлозу. В організмі жуйних тварин целюлоза розщеплюється під дією ферменту целюлози, який продукується бактеріями у одному з відділів шлунку (рубця).

Геміцелюлози – це група високомолекулярних полісахаридів, які разом з целюлозою утворюють клітинні стінки рослинних тканин. Присутні головним чином у соломі, кукурудзі, соняшнику, зернах пшениці.

Геміцелюлози мають розгалужену будову; порядок розташування моноз полімерного ланцюга неоднаковий. Зв'язок їх здійснюється з участю полуацетального гідроксила і гідроксильних груп у 2,3,4,6 – го вуглецевих атомів. Геміцелюлози розчиняються в лужних розчинах.

Геміцелюлози вступають у реакцію гідролізу під дією кислот і ферментів. Геміцелюлози застосовують для одержання різних технічних, медичних, кормових і харчових продуктах, серед яких необхідно виділити агар і агарозу, ксиліт. Геміцелюлози відносять до групи харчових волокон, необхідних для нормального травлення. У винограді, пошкодженому благородною гниллю, знайдено слизисту речовину, яка відноситься до геміцелюлоз і має назву *декстраном*.

Пектинові речовини – це група високомолекулярних полісахаридів, які входять до складу стінок клітин. Пектинові речовини містяться в плодах, коренеплодах і стеблах майже всіх рослин у вигляді нерозчинної комплексної сполуки – *протопектину*. Одержують пектинові речовини з яблучних вичавок, буряку, кошиків соняшнику. Молекулярна маса пектину змінюється від 20000 до 50000. Основним структурним компонентом його є галактуронова кислота. Головний ланцюг побудовано з молекул галактуронової кислоти, а до складу бокових ланцюгів входять α - арабіноза, Д – галактоза і рамноза. Частина кислотних груп етерифікована метиловим спиртом, частина існує у вигляді солей. У процесі дозрівання плодів під дією ферменту протопектинази протопектин перетворюється на розчинний пектин.

Пектинові речовини здібні утворювати драглі в присутності кислоти і цукру. На цьому будується їх використання в кондитерській, консервній промисловості для виробництва мармеладу, пастили, желе, джему, а також в хлібовипіканні.

Камеді – гетерополісахариди, молекули яких складаються із залишків Д – галактози, арабінози, рамнози, Д – глюкуронової кислоти. Камеді – речовини, які виділяються у вигляді прозорих густих мас в результаті пошкодження рослин, механічному пораненні або патологічних процесах, які викликають бактерії або гриби.

Вони мають підвищену в'язкість, клейкість, здатність набухати та утворюють тверді гелі.

Камеді є продуктами рослинного походження (вишневий клей, гуміарабік або аравійська камедь, яку одержують з сенегальської акації).

Камеді можуть з успіхом застосовуватись у виноробній промисловості для попередження помутніння вин. При цьому вони покращують смакові якості.

Камеді широко застосовуються у фармацевтичній промисловості.

Слизи – це полісахариди, вони присутні у непошкоджених рослинах. Їх джерелом є кора, листя, насіння. Слизи є продуктами нормального метаболізму рослин і служать або харчовим резервом, або речовинами, які утримують воду.

Слизи житнього борошна на 90% складаються із пектозанів, зумовлюють якість тіста і впливають на технологічний процес приготування тіста.

Вуглеводи в харчових виробництвах

Вуглеводи при зберіганні харчової сировини, її переробки зазнають різні і складні перетворення. Вони залежать від складу вуглеводного комплексу, умов (вологість, температура, РН середовища), наявності ферментів.

З цих перетворень необхідно в першу чергу відмітити кислотний і ферментативний гідроліз ди- і полісахаридів, бродіння моноз, мелаїдіноутворення і карамелізація.

Мелаїдіноутворення – це взаємодія відновлюючих цукрів (монози і відновлюючих дисахаридів) з амінокислотами, пептидами і білками, які приводять до утворення темнозабарвлених продуктів – мелаїдінів (від грецького «меланос» - темний). Цей процес одержав назву реакції Майяра (ім'я вченого, який у 1912 р. вперше його описав).

Характерні її ознаки – потемніння продукту в результаті утворення важко або нерозчинних у воді темнозабарвлених сполук, зниження вмісту редуруючих цукрів і нітрогену аміногруп, появу ароматоутворюючих речовин.

Мелаїдіноутворення – окисно-відновний процес. Механізм його складний, реакція супроводжується утворенням великої кількості проміжних продуктів, які на слідуючих етапах взаємодіють між собою і з вихідними речовинами. Швидкість і глибина мелаїдіноутворення залежить від складу взаємодіючих продуктів, відношення окремих компонентів, РН середовища, температури, вологості.

Найбільш інтенсивно мелаїдіноутворення відбувається в нейтральному і лужному середовищах, легше проходить у концентрованих розчинах, гальмується NaHSO_3 , H_2SO_4 , H_2O_2 і деякими іншими сполуками. Утворені в ході мелаїдіноутворення із амінокислот і цукрів карбонілмістячі сполуки (фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегід, ізовалеріановий альдегід, диацетил і ін.) приймають участь у формуванні аромату і смаку готових продуктів. Особливо

інтенсивно процеси мелаїдіноутворення відбуваються за підвищеною температурою (випічка хліба, сушіння овочів, фруктів, одержання сухого молока); потемніння цукрового сиропу при уварюванні, зниження виходу спирту при переробки кукурудзи низької якості; утворення смачної, хрусткої, золотисто-коричневої скоринки хліба, його смак і аромат. Продукти утворені при одержанні вина, виготовлення коньяку і шампанського в результаті процесу мелаїдіноутворення, впливають на їх колір, смак і аромат.

Реакція мелаїдіноутворення при довгій витримки вина – одна з причин його органолептичних властивостей.

З реакціями мелаїдіноутворення пов'язано потемніння фруктових соків при зберіганні, зовнішній вигляд, смак і запах готових м'ясних продуктів. Може зв'язуватись до 25% білків, вітамінів, амінокислот, знижується активність ферментів і багатьох біологічно активних сполук, знижується харчова цінність одержаних продуктів.

Карамелізація цукрів. Нагрівання моно- і дисахаридів при температурі 100°C і вище призводить до зміни їх хімічного складу, підвищується кольоровість продуктів, збільшується вміст редуруючих речовин. Глибина цих процесів і склад утворених речовин залежать від складу цукрів, їх концентрації і тривалості теплового впливу, РН середовища, присутності домішок.

У харчовій промисловості особливе значення має карамелізація цукрів, глюкози і фруктози. Особливо чутлива до нагрівання фруктоза, тому карамелізація її відбувається в 6-7 разів швидше, ніж глюкози.

Основний вуглеводневий компонент кондитерських виробів – сахароза, при нагріванні в ході технологічного процесу в слабо-кислому або нейтральному середовищі підлягає частковій інверсії з утворенням глюкози і фруктози. Від молекули глюкози може відщепитись одна або дві молекули води (дегідротация), а утворені продукти з'єднуються один з одним або з молекулою сахарози, або може відщепитись три молекули води з утворенням оксиметилфурфурола, перетворення якого супроводжується руйнуванням вуглецевого скелета і утворенням різних продуктів деструкції (мурашина, леулінова кислоти). При відщепленні двох молекул води від сахарози утворюється карамелан $C_{12}H_{18}O_9$ –

розчинна у воді сполука жовтого кольору, при відщепленні трьох – карамелей $C_{36}H_{50}O_{25}$, який має яскраво-коричневий колір, потім – карамелин.

При виготовленні кондитерських виробів, наприклад карамелі, температурним впливам підлягають висококонцентровані розчини цукрів (до 80%). Тому основними продуктами карамелізації є ангідриди і продукти їх конденсації. При їх взаємодії з металами і амінокислотами, які погіршують якість і гігроскопічність готових продуктів.

Питання для самоконтролю:

1. Які речовини називаються вуглеводами?
2. Які функції виконують вуглеводи?
3. Як класифікуються вуглеводи?
4. Що таке редукуючі властивості? Які вуглеводи їх проявляють?
5. Які існують реакції карбонільних форм моносахаридів?
6. Що таке реакція алкілювання, ацилювання?
7. Що таке бродіння? Які види бродіння Ви знаєте?
8. Напишіть формули арабінози, ксилоли, рибози, глюкози, фруктози, манози, галактози. Де вони застосовуються, їх роль в харчовій промисловості?
9. Яку будову і властивості мають дисахариди? Який тип зв'язку називається глікозидо-глікозидним?
10. Яка будова, властивості і значення полісахаридів?
11. Що таке камеді, пектинові речовини? Де вони застосовуються в харчовій промисловості?
12. Які перетворення відбуваються з вуглеводами при зберіганні і переробки харчової сировини?

Лекція 3

Розділ: 1.5 Рослинні речовини вторинного походження

Тема: Органічні кислоти рослин: будова, властивості, поширення в природі, значення.

Мета: вивчити будову, властивості і класифікацію органічних кислот, які містяться в плодах і овочах. Показати, як накопичуються органічні кислоти в рослинах, їх харчове і смакове значення, а також роль їх підкислення в збереженні якості і мікробіологічної безпеки консервів.

Вид контролю: усне опитування.

Міжпредметні зв'язки: органічна хімія «Карбонові кислоти».

Використана література: Сандурська О.Н. Загальна біохімія 2004 р.; Смирнова Г.А. Основи біохімії – М.: Высшая школа, 1970 г.; Боечко Ф.Ф. Основи органічної і біологічної хімії – К. Вища школа, 1982р.; Е.П. Широков, В.И. Полегаев Хранение и переработка плодов и овощей –М.: Агропромиздат 1989 г.

Методичні вказівки

Вивчаючи тему «Органічні кислоти», звернути увагу на будову і властивості органічних кислот.

Запам'ятайте:

- плоди і овочі містять органічні кислоти (янтарну, яблучну, винну, лимонну, оксалатну, молочну, мурашину, масляну та ін.) та їх кислі і основні солі;
- кислоти у плодах і овочах знаходяться у вільному і зв'язаному стані;
- загальна кислотність великої кількості плодів і овочі не перевищує 1%;
- кислий смак обумовлюється не загальним вмістом кислот, а титруємою кислотністю (вмістом вільних кислот);
- найбільш важливими з летючих кислот є мурашина, оцтова і масляна. У поєднанні з ефірами вони обумовлюють аромат багатьох плодів.

Зверніть увагу на накопичення органічних кислот, їх харчове і смакове значення. З ростом материнської рослини загальна кількість органічних кислот у плодах і овочах безперервно зростає. З часу збирання плодів рівень кислот зменшується за рахунок збільшення кількості інших речовин і в першу чергу, за рахунок цукрів.

Псування свіжих плодів, овочів і інших продуктів пов'язане з життєдіяльністю мікроорганізмів (дріжджів, плісені і бактерій).

Окремі мікроорганізми виробляють токсини їжі.

Запам'ятайте як основне твердження:

- плоди, овочі, консерви і інші продукти з високим вмістом кислот краще зберігаються, підвищується їх якість і спостерігається мікробіологічна безпека;
- значення органічних кислот багатогранно з їх перетворенням в процесі дихання пов'язане виробництво енергії і пластичного матеріалу для життєдіяльності плодів і овочів, які зберігаються.

Лекція 3

План

1. Будова і властивості органічних кислот
2. Класифікація органічних кислот
3. Цукро-кислотний індекс органічних кислот
4. Органічні кислоти в плодах і овочах

Яблучна кислота ($\text{HOOC} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$) міститься в багатьох

плодах і овочах, але в кісткових має перевагу: в абрикосах до 6%; в яблуках, грушах, сливах, гордині, махорці (до 6,5%). Широко застосовують при виробництві безалкогольних напоїв і в кондитерських виробках.

Винна кислота ($\text{HOOC} - \text{CHON}(\text{CHON}) - \text{COOH}$) або виннокам'яна міститься в винограді (0,3-0,7%), в інших плодах і овочах її менше. Застосовують при виготовленні фруктових вод і в хлібопекарній промисловості (в якості хімічного розрихлювача тіста).

Лимонна кислота ($\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{C}(\text{OH})(\text{COOH}) - \text{CH}_2\text{COOH}$) основна органічна кислота

плодів цитрусових (в лимонах міститься до 9% від сухої маси). Добувають із листя махорки, лимонів. Застосовують для виготовлення цукерок, фруктових вод, при консервуванні.

Щавлева кислота ($\text{HOOC} - \text{COOH}$) – її солі шкідливі для організму людини. Багато її в ревені, листях буряку, щавлі. Більше її в старих рослинах, тому в їжу слід класти молоді листя, коли в них переважають яблунева і лимонна кислоти.

Оцтова кислота ($\text{CH}_3 - \text{C}(\text{OH})(\text{O}) - \text{COOH}$) і молочна ($\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$) – знаходяться

в свіжих плодах і овочах в незначній кількості, але їх багато в деяких продуктах переробки. Молочна кислота утворюється при квашенні капусти і т.д. Оцтову кислоту додають при маринуванні плодів і овочів, як смакову добавку і для запобігання псування продукції.

Сорбінова кислота ($\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$) – погано розчиняється у воді. Тому для консервування застосовують добре розчинні її солі (сорбати) – натрієву і калієву. Вона не вносить в продукти присмаку і запаху, і не змінює їх натуральний смак і аромат. В організмі людини вона повністю окислюється до вуглекислого газу і води, в невеликих дозах не шкідлива. Вона відмінний антисептик тільки на дріжджі і плісень. На бактеріальну мікрофлору не впливає. Так, добавки сорбінової кислоти не подавляють молочнокисле бродіння при квашенні, солінні овочів, але захищають продукти від пліснявіння.

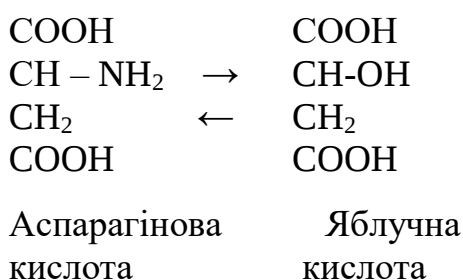
Консервуючи дія сорбінової кислоти проявляється при концентрації 0,05-0,1% і особливо в кислому середовищі. При консервуванні можна комбінувати внесення сорбатів і теплову стерилізацію, але температуру і тривалість обробки можна значно знизити.

Органічні кислоти класифікують на карбонові, які містять тільки карбоксильну групу, а також на оксикислоти, альдегідокислоти, кетокислоти і амінокислоти.

Карбонові кислоти в свою чергу діляться на одноосновні, двоосновні, трьохосновні і т.д.

Кислоти жирного ряду широко розповсюджені в рослинах і поділяються на леткі, тобто їх перегоняють з водяною парою і нелеткі. До нелетких належать: мурашина, оцтова, масляна.

Зустрічаються в плодах та овочах також вільні амінокислоти, наприклад, аспарагінова, яка в біологічних умовах перетворюється в яблучну.



Деяка частина органічних кислот в плодах і овочах знаходяться у вільному вигляді, цим обумовлено кислий смак. Для плодів, за дуже рідким виключенням (наприклад, виноград, шпинат), характерно переважно вільних кислот.

Кількість консервованих плодів і овочів, їх фізіологічне значення, умови переробки (стерилізація), корозійна стійкість жерстяної тари – ці та інші показники в значній мірі залежать від кислотності сировини, а також від кислотності сировини, а також від природи і концентрації окремих органічних кислот.

В різних сортах яблук доказано перевагу яблуневої кислоти і значно менше лимонної, винної, щавлевої.

Деякими особливостями відрізняється кислотний склад винограду. Переважає винна кислота, друге місце займає яблунева, фуморова кислота не знайдена.

Кислотність продуктів може змінюватись при їх переробці і зберіганні. Наприклад, кислотність капусти, огірків і деяких інших продуктів збільшується при прокисанні вина, пива, при прокисанні жирів. Підвищена кислотність часто вказує на недоброякість продукту.

Цукрокислотний індекс – відновлення цукрів до кислоти при швидкому витрачанні органічних кислот при зберіганні і дозріванні.

Кислоти разом з цукрами обумовлюють сприятливе смакове відчуття того чи іншого плоду. Завдяки дозріває мій кислотності пригнічується життєдіяльність хвороботворних мікроорганізмів.

В плодах і овочах містяться різні кислоти, але тільки одна з них переважає.

В овочах переважає яблунева кислота. Виняток складає щавель, в якому міститься щавлева кислота. В картоплі переважає лимонна кислота.

<i>Овочі</i>	<i>Яблунева кислота</i>	<i>Лимонна кислота</i>
Капуста білокачанна	3,08	0,42
Цибуля	1,80	0,48
Морква	2,10	0,66
Буряк	1,76	0,89
Картопля	0,45	0,79

За кислотою яка переважає, висловлюють загальний вміст кислот. Загальна кількість кислот в плодах і овочах по мірі їх росту збільшується. З

моменту збирання плодів рівень кислот безперервно зменшується за рахунок збільшення кількості інших речовин, в першу чергу за рахунок цукрів.

Швидке витрачання кислот обумовлене тим, що вони безпосередньо залучаються в окислювальні перетворення, тоді як цукри повинні бути попередньо фосфорильовані. При більш швидкому витрачанні органічних кислот, збільшується відношення цукрів до кислот, або цукрокислотний індекс. Завдяки цьому спостерігається при зберіганні плодів підвищення їх солодкості, частіше це пояснюється не збільшенням вмісту цукрів (за рахунок розкладу крохмалю), а зниженням рівня кислот.

Органічні кислоти локалізовані по окремим тканинам плодів. Як правило, їх більше в плодовій м'якоті, менше в шкірочці і ще менше в насінні. Наприклад, лимон: м'якоть 5,28-5,88%; шкірочка 0,26-0,32%; насіння 0,1%. За різною величиною рН в окремих частинах плода з різною інтенсивністю відчувається процес декарбоксилювання яблуневої кислоти, а відповідно і накопичення ацетальдегіду. За цією причиною загар яблук починається з окремих частин плода, які характеризуються більш низькою величиною рН. По мірі зберігання яблук величина рН змінюється в лужну сторону. В бурих тканинах величина рН на 1-1,5 одиниць вище, ніж у здорових.

При зберіганні плодів вміст яблуневої кислоти зменшується з більшою швидкістю, зменшення лимонної кислоти відбувається повільніше.

Концентрація яртарної кислоти при несприятливих умовах зберігання (низька температура, високий вміст CO_2 в певному середовищі) може збільшитись до токсичних для клітини концентрацій. Ці приклади показують, наскільки важливо при виборі режиму зберігання плодів (температури, газового стану середовища) врахувати вплив кожного фактору на обмін органічних кислот, а відповідно, і на зберігання плодів в цілому.

Вміст кислот і величина рН в плодах і овочах

<i>Вид плодів</i>	<i>Кислота, %</i>	<i>рН</i>	<i>Вид овочів</i>	<i>Кислота, %</i>	<i>рН</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Яблука	0,9	3,4	Картопля	0,2	6,1
Груші	0,3	4,4	Капуста	0,2	6,2
Вишня	1,7	3,5	Морква	0,1	6,4
Черешня	1,3	3,7	Буряк	0,1	6,3
Сливи	1,9	3,5	Цибуля	0,1	5,9
Абрикоси	1,4	3,8	Томати	0,5	4,5
Персики	0,6	4,0	Огірки	0,1	6,9
Мандарини	0,45		Гарбузи	0,2	
Апельсини	1,41		Дині	0,1	
Лимони	5,6	3,1	Ревень	1,2	3,8
Виноград	0,9	3,9	Щавель	1,3	3,7

Харчова цінність продуктів визначається не тільки калорійністю, але і наявними в них вітамінами, ароматичними речовинами і доброю засвоюваністю організмом людини.

При використанні в їжу недостиглих плодів відчувається терпкий смак і це пояснюється тим, що в них велика кількість дубильних речовин. Цукри значно відрізняються за солодкістю. Якщо ступень солодкості сахарози прийняти за 100%, то у фруктози він буде 173, а у глюкози – 71%. Відчуття солодкого і кислого залежить від цукрокислотного індексу.

Цукрокислотний індекс показує співвідношення відсотка масової частини цукру на відсоток кислот.

Наприклад, якщо масова частка цукрів у соку вишень 9% і процент кислот 1,5, то цей показник буде $9:1,5 = 6$.

Різниця солодкого смаку плодів може характеризуватись такими величинами відношення цукру до кислот:

25-30 – кислотність не відчувається (груші);

10-15 – слабо кислий смак (яблука);

5-10 – кислий смак (вишні);

0-5 – дуже кислий смак (лимон).

Хімічний склад консервованої сировини визначає харчову і смакову цінність продуктів харчування, режим зберігання сировини, впливає і на

технологію переробки. При переробці необхідно не тільки зберегти високі харчові показники сировини, але і підвищити споживчу цінність одержуваних з них продуктів.

Харчові продукти можуть псуватися в результаті мікробіологічних, фізіологічних і фізичних змін. Основна причина псування харчових продуктів – мікроорганізми.

Усі мікроорганізми (бактерії, плісені, дріжджі) значно поширені у середовищі, швидко розмножуються, мають здатність жити різними продуктами, спори їх дуже стійкі проти низьких та високих температур.

Продукцію можна зберегти від мікробіологічного і фізіологічного псування різними шляхами.

Один з них це застосування різних хімічних речовин, які згубно діють на мікроорганізми. Наприклад, для консервування кислих соків застосовують бензойну кислоту у вигляді натрієвої солі, яка добре розчиняється у воді 0,05-0,1% бензойнокислий натрій згубно діє на дріжджі і плісені, слабше на бактерії. Цей консервант нешкідливий для людини.

Останніми роками почали підкислювати 0,05-0,1% розчином сорбінової кислоти, яка теж пригнічує у кислому середовищі розвиток дріжджів і плісняви. Її успішно використовують у поєднанні з цукром, наприклад, при приготуванні протертої ягоди. Ця кислота теж нешкідлива для людини.

Визначають кислотність кислоти в сировині і готової продукції **методом титрування**. Під титруємою кислотністю вина, соку, плодів розуміють вміст у них вільних кислот і їх солей. Титруєму кислотність визначають титрованим лучем відомого об'єму вина, соку. Закінчення реакції встановлюють за допомогою індикатора або спеціального приладу. Титруєму кислотність визначають в *грамах на літр* в перерахунку для виноградного виробництва на **винну кислоту**, а для плодово-ягідного соку або водної витяжки плодів на **яблучну**. Точність визначення обмежується першим десятичним знаком.

Визначення титруємої кислотності є одним з основних аналізів техноіміконтролю у виробництві.

Для кожного типу вина, соку титруєма кислотність коливається у певних межах. З початку дозрівання винограду титруєма кислотність висока – 25-35 г/л. У спілому винограді – 5-10 г/л. У деяких сортах знижується до 3-4 г/л по мірі дозрівання винограду титруєма кислотність падає, а цукристість зростає.

Наприклад:

Цукор у %	10	20	30
Титруєма кислотність у г/л	16,48	7,5	7,87

Та частина органічних кислот вина, соку, яка перейшла у сіль називається **нетитруємою кислотністю**. Титруєма і нетитруєма кислотність виражає загальний вміст аніонів органічних кислот. Велике значення при виборі доз (режимів) стерилізації, а також при оцінці вина має **активна кислотність продукту**. У консервах виготовлених з продуктів, **pH** яких **більше 4,2** (овочеві, рибні), розвиваються термостійкі мікроорганізми, які добре переносять анаеробні умови.

Найбільш небезпечним для людини з них є види бактерій-палочки ботулінусу, які виділяють сильно діючу отруту (токсин). Такі консерви завжди стерилізують при температурі **більше 100 градусів**. Якщо активна кислотність **нижче 4,2**, то температура стерилізації може біти нижче. При такому pH знижується термостійкість багатьох мікроорганізмів і температури 100 градусів і нижче достатньо, щоб задушити життєдіяльність пліснявих і дріжджових грибів, які добре розвиваються в кисневому середовищі. Величина pH необхідна для оцінки вина, якщо pH буде високим вино малоокислотне, воно легко піддається псуванню тому, що у таких винах легше розвиваються молочнокислі і оцтовокислі бактерії. pH вин коливається від 2,7 до 4,2.

В південних районах активна кислотність нижче, вина півдня легше піддаються хворобам.

Активна кислотність – це концентрація іонів водню $[H^+]$ в 1 літрі розчину. Активна кислотність показує кількість кислот, які знаходяться у дисоційованому стані, тобто істина кислотність, яка відповідає смаковому

почуттю, тому що кислий смак залежить від присутності вільних іонів водню $[H^+]$.

В кислих розчинах кількість вільних іонів водню росте, а рН стає менше.

В кислому середовищі рН завжди менше 7.

Формули

$H_2C_4H_4O_6$ $\begin{array}{c} COOH \\ \\ H - C - OH \\ \\ HO - C - H \\ \\ COOH \end{array}$ Винна кислота (витрачається головним чином на дихання)	$H_2C_4H_4O_5$ $\begin{array}{c} COOH \\ \\ H - C - OH \\ \\ H - C - H \\ \\ COOH \end{array}$ Яблучна кислота (легко окислюється і перетворюється в молочну кислоту, витрачається на дихання і утворення цукрів, інших органічних кислот і амінокислот)	$C_4H_6O_4$ $\begin{array}{c} COOH \\ \\ CH_2 \\ \\ CH_2 \\ \\ COOH \end{array}$ Янтарна кислота (у перезрілих фруктах та винограді)
---	--	--

Глюкуронова ($CHO-(CHON)_4-COOH$); слізева ($COOH-(CHON)_4-COOH$) є причиною помутніння вина.

Органічні кислоти в плодах і овочах

Органічні кислоти утворюються в процесі дихання рослин за рахунок неповного окислення вуглеводів, а також по шляху синтезу амінокислот.

Органічні кислоти утворюються і при фотосинтезі, головним чином в листі, звідки вони транспортуються в плоди.

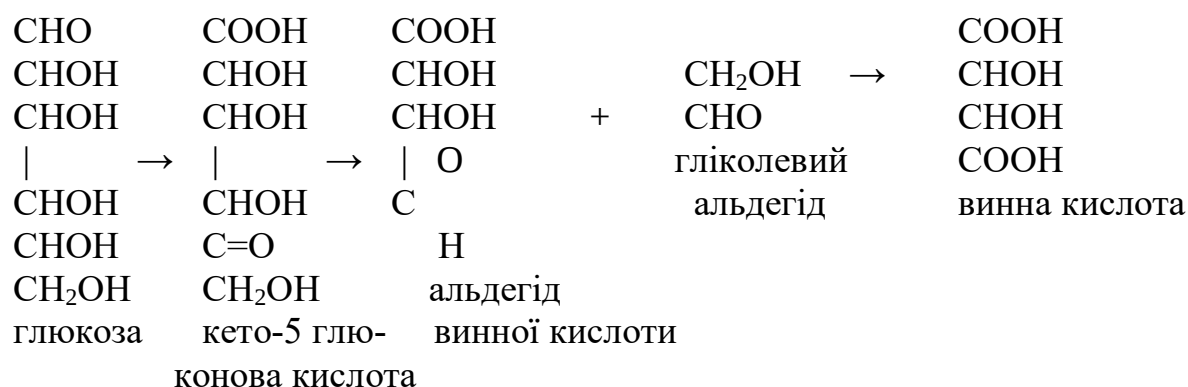
В плодах і ягодах найчастіше зустрічається яблунева, винна, лимонна кислоти. Головними кислотами винограду є винна і яблучна.

Яблунева є майже в усіх плодах. Особливо багато її у кизилі і барбарисі (до 6%). Лимонна кислота міститься головним чином у лимонах (до 7%),

журавлині і гранатах. З інших кислот в плодах та ягодах зустрічаються бензойна (у журавлині і брусниці до 0,01%), саліцилова (у суницях і малині). Янтарна, бензойна, саліцилова кислоти належать до фенольних сполук і мають фунгітоксичні властивості, тому журавлина і брусниця добре зберігаються у свіжому вигляді. Загальна кислотність плодів і ягід коливається від 0,4 до 7%; яблук – 0,2-1,6; груш – 0,1-0,5; абрикос – 0,2-2,6; вишні – 1,4-2,2; малина – 1,0-2,0; лимони – 5-7%.

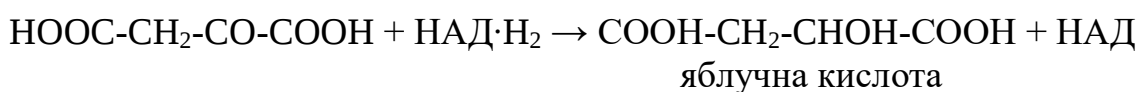
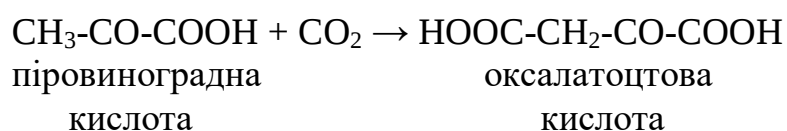
Кислоти відіграють велику роль в збереженні, підвищенні якості і мікробіологічної безпеки харчових продуктів, зокрема консервів. Завдяки їм стримується розвиток плісневих і інших мікроорганізмів, а у виробництві створюються умови для діяльності дріжджів. Крім цього вони обумовлюють приємне смакове відчуття. Навіть достатня кількість кислоти впливає на яскравість вина.

Головними кислотами винограду є винна і яблучна кислоти. Жан Рибєро-Гайон і П'єро Рибєро-Гайон встановили, що винна кислота утворюється з глюкози за схемою:



Синтез яблучної кислоти відбувається декількома шляхами.

Один з них карбоксилірування піровиноградної кислоти



Яблучна кислота утворюється також через цикл ди- і трикарбонових кислот (цикл Кребса).

Питання для самоконтролю:

1. Яка будова, властивості і вміст органічних кислот в плодах і овочах?
2. Як класифікуються органічні кислоти. Основні органічні кислоти, що відіграють найбільш важливу роль в процесах обміну речовин. Вміти писати їх формули.
3. Яке харчове і смакове значення органічних кислот?
4. Що показує цукрокислотний індекс?
5. Яка роль підкислення в збереженні, підвищенні якості і мікробіологічної безпеки продуктів харчування?
6. Який вміст органічних кислот у плодах і овочах?
7. Як визначають кислотність кислоти в сировині і готової продукції?
8. Що таке «активна кислотність»?

Лекція 4

Тема: Рослинні речовини вторинного походження

Підтема: Фенольні сполуки і глікозиди. Дубильні речовини. Ефірні олії.

Мета: вивчити фенольні сполуки, показати їх функції і значення в життєдіяльності рослин і яку роль відіграють глікозиди в формуванні смаку і аромату плодів і овочів.

Вид контролю: усне опитування.

Міжпредметні зв'язки: зберігання і переробка плодів і овочів, органічна хімія

Використана література:

Смирнова Г.А. Основы биохимии. М. – Высшая школа, 1970;

Е.П. Широков, В.И. Полегаев. Хранение и переработка плодов и овощей. М.ВО. Агропромиздат. 1989.

Методичні вказівки

Зверніть увагу, що до фенольних сполук відносять речовини, в молекулах яких є бензольне ядро, яке несе одну, дві або більше гідроксильних груп.

Зверніть особливу увагу:

- сполуки, в яких більше однієї гідроксильної групи, називають поліфенолами;
- поліфеноли знаходяться в рослинах у вигляді глікозидів або вільному стані;
- глікозиди – різні речовини, у яких цукор (частіше глюкоза) з'єднаний за рахунок глікозидного гідроксилу з іншими речовинами, які не є цукрами (спиртами, альдегідами, фенолами, стероїдними алколоїдами). Друга частина молекули глікозидів називається агліконом (не цукор);
- усі поліфеноли, за виключенням лігніну, є активними метаболітами клітинного обміну і відіграють важливу роль в фотосинтезі, диханні, рості, стійкості до інфекційних хвороб;

- від вмісту і перетворень поліфенолів залежить колір і аромат квітів і плодів, якість чаю, кави і вина.

Ознайомтесь з класифікацією, дайте характеристики окремих представників, їх смакове і технологічне значення.

Зверніть увагу на дубильні речовини, які входять в третю групу фенольних сполук.

Запам'ятайте:

- дубильні речовини містяться в основному в шкірочці м'якоті плодів і мають бактерицидні властивості;
- за хімічним складом поділяються на гідролізовані і конденсовані. Перші уявляють суміш складних естерів, утворених глюкозою, фенольними кислотами – галевою, протокатехіною і похідними цих кислот. В цю групу входить танин, гідроліз якого проходить під дією фермента таназу;
- конденсовані дубильні речовини, до яких входять катехін, є ефірами і гідролізу не підлягають.

Лекція 4

План

1. Загальна характеристика фенольних сполук
2. Дубильні речовини
3. Забарвлюючі речовини (пігменти)
4. Фітонциди
5. Ефірні олії

Фенольні сполуки і глікозиди

Утворення фенольних сполук, одна з характерних особливостей рослинної клітини. Вони в плодах і овочах обумовлюють стійкість до хвороботворних мікроорганізмів, смакові і ароматичні особливості, забарвлення, колір.

До фенольних сполук I групи відносять: саліцилову, бензойну, кофейну і хінну кислоти – дуже добрі антисептики. Застосовується для консервування харчових виробництв (варення, ікри і ін.).

В плодах і овочах широко розповсюджені глікозиди, агліконами яких є фенольні сполуки з 2-ма фенольними кільцями – флавоноїди. З багатьма з них пов'язан колір плодів і овочів.

Кверцетин – пігмент жовтого кольору, який міститься в поверхневих сухих лусках цибулі і інших рослин. Гестеридин знаходиться в шкірочці цитрусових, володіє Р – вітамінною активністю, тому шкірочку цитрусових слід використовувати для приготування компонентів, киселів, желе і інших продуктів.

Антоціани – група флавоноїдів різного кольору від яскраво-червоного до лілово-фіолетового. Це пігменти клітинного соку, які обумовлюють різке забарвлення плодів і овочів.

Колір антоціанів змінюються в залежності від РН - середовища: в лужному середовищі переважають синьо-фіолетові відтінки, в кислому – червоні. В присутності іонів металів колір антоціанів може стати ненатуральним, який псує якість продукції при консервуванні. У зв'язку з цим для плодоовочевих

консервів треба використовувати жерстяні кришки, які покриті кислотостійким лаком (жовтим).

Багато антоціанів руйнуються під дією нагрівання і на світлі, тому консерви з черешні, вишні, полуниці гублять колір, їх треба зберігати в темряві.

Що ж таке глікозиди?

Глікозиди – складні сполуки, до складу їх молекул входять цукри і частина, яку називають агліконом (не цукор). Багато глікозидів токсичні для грибів і обумовлюють стійкість плодів і овочів до хвороб. Вони відіграють важливу роль в формуванні специфічних особливостей смаку і аромату.

Для плодів і овочів характерні наступні глікозиди: **амігдалін** – його багато в кісткових (в мигдалі 2,5-3%). Аглікон амігдаліну складається із бензойного альдегіду і синильної кислоти. При кислотному гідролізі і під дією ферменту емульсину, який знаходиться в насіннях мигдалю, амігдалін розкладається з утворенням вільної синильної кислоти – сильної отрути. Тому насінням гіркового мигдалю можна отруїтися.

Вакцинін – є в брусниці, журавлині (клюква). Його аглікон – бензойна кислота, яка має антибіотичні властивості.

За цією причиною свіжі і мочені ягоди брусніки і журавлини не вражаються хвороботворними мікроорганізмами.

Саланін – міститься в рослинах родини пасленових – баклажанах, помідорах (особливо недозрілих), але більш всього в картоплі. В клубнях саланін розповсюджений нерівномірно (мг %). В проростках 420-730, поверхневому шарі 36-40, очистках 15. З саланіном пов'язана стійкість картоплі до фітопатогенних мікроорганізмів: чим більше вміст, тим більша стійкість. При витримуванні бульби на світлі зростає кількість саланіну в корковій частині і картопля краще зберігається.

Проте саланін токсичний і при наявності його в бульбах більш 20 мг % можливі отруєння, тому озелення бульб застосовують для підвищення їх лежкості, тільки насінного матеріалу.

Сингірин – знаходиться в гірчиці, до складу цього глікозиду входить олія, яка містить сірку, жагуча на смак, така олія в невеликих кількостях зустрічається в багатьох овочах родини хрестоцвітих.

Дубильні речовини

Багато в плодах, ягодах (0,01-0,2%), горобині (> 1%), в овочах їх мало. Дубильні речовини поділяються на гідролізовані під дією кислот і ферментів. Другі, наприклад катехін, не гідролізується з солями Fe^{3+} відповідно дають чорно-синє і чорно-зелене забарвлення. Цими реакціями дубильних речовин із залізом пояснюється потемніння чорно-синього кольору на сталених ножах (крім виготовлених із нержавійки).

Дубильні речовини осаджують білки і інші колоїди із розчинів, тому їх присутність сприяє освітленню соків. Якщо в сировині дубильних речовин мало, то для прискорення освітлення соків можна додати, наприклад, танін і желатин в різних співвідношеннях. Цей спосіб називають оклейкою.

Дубильні речовини легко окислюються, утворюючи забарвлені продукти (флобафени). Ця реакція проходить при участі ферментів *поліфенолоксидаз*. Ось чому плоди з більшою кількістю дубильних речовин при подрібненні перед консервуванням можуть потемніти.

Щоб цього не сталося, їх *бланшують* (ошпарюють кип'ятком або паром). Внаслідок чого ферменти руйнуються і дубильні сполуки не окислюються. З тією ж метою підготовлені для сушіння плоди окурюють сірчаным газом SO_2 , при цьому поліфенолоксидази інактивуються, при домашньому консервуванні дольки плодів можна опустити в холодну воду, щоб вони не стикалися з повітрям, деякий час плоди не будуть темніти.

Фенольні речовини відіграють важливу роль в захисних реакціях плодів та овочів при ураженні мікрофлорою. Вони токсичні для грибів і накопичуються в зонах ураження, причому гальмують розвиток збудників хвороби іноді окислених фенольних сполук накопичується так багато, що частина клітин гине і хвороба далі не розвивається.

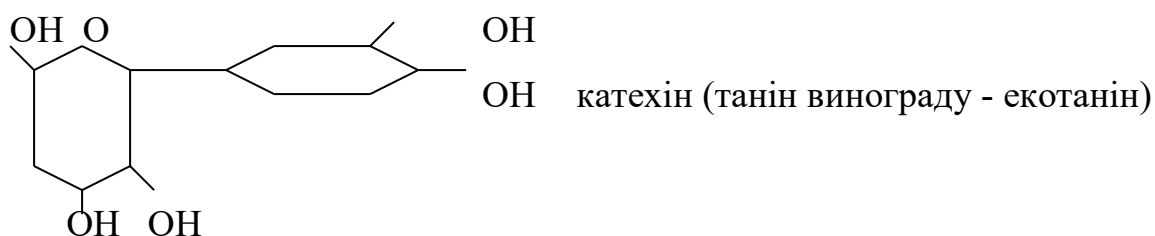
Дубильні речовини поділяють на 2 основні групи:

1) гідролізовані, які при гідролізі утворюють вуглеводи і фенольні сполуки, в більшості галову;

2) негідролізовані, які містять в незначній кількості вуглеводи при гідролізі за допомогою мінеральних кислот. Ця група сполук утворює нерозчинні речовини коричнево-червоного кольору, які носять назву – *флобафенів*.

За характером і ступенем розчинності дубильні речовини також діляться на 2 групи: водорозчинні, лужнорозчинні. Вміст дубильних речовин залежить від сорту, кліматичних умов, від зрілості винограду.

На взаємодії дубильних речовин з білками базується спеціальних технологічних процес (оклейка) – додавання до вина таніну (катехіна), це сприяє швидкому освітленню вина.



Вміст дубильних речовин (в г/л соку)

Яблука	1-2,5	Агрус	0,5-1,2
Груша	0,15-8,7	Вишня	0,5-2,3
Горобина	0,3-7,4	Чорні порічки	3,3-4,2
Слива	0,6-2,0	Черніка	1,3-3,1
Абрикос	0,6-1,0	Суниця	1,2-4,1

Забарвлюючі речовини (пігменти)

За будовою і властивостями до дубильних речовин близько знаходиться рослинні пігменти. Вони відрізняються різноманіттям забарвлення: зелене забарвлення рослин обумовлене наявністю в них хлорофілу, білі сорта винограду складають сполуки, які носять назву флавори і флавоноли. Речовини, які обумовлюють забарвлення ягід винограду (червоне, синє, фіолетове), називаються антоціанами.

Особливість структури антоціанів є наявність в їх молекулах так званого оксонієвого кисню. Забарвлення антоціанів залежить від рН середовища. На накопичення забарвлюючих речовин впливає сонячне світло.

Джерелом утворення забарвлюючих речовин в рослинах є цукри, які утворюють сполуки – глікозиди.

Жовте забарвлення деяких плодів обумовлена присутністю пігменту – каротину.

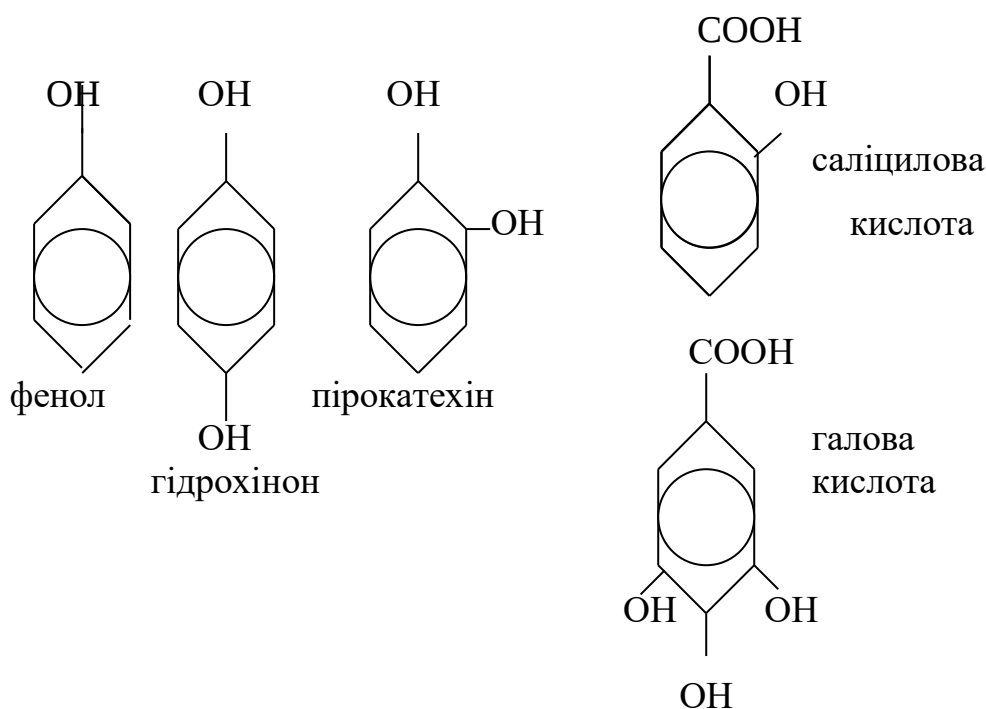
В Україні заборонені харчові добавки – барвники Амарант і Цитрус червоний, консерванти гексаметилентетрамін і формальдегід.

E₁₀₀ – E₁₈₂ – барвники, E₂₀₀ – і далі консерванти, E₃₀₀ – і далі антиоксиданти, E₄₀₀ – і далі стабілізатори (Е - Європа).

Фітонциди

Лук, часник, хрін, редис, спирея, томати (листя) містять речовини, які вбивають мікроорганізми (бактерії, гриби, простіші). Фітонциди відкриті Б.П. Фокінім.

Фенольні сполуки, які містять в молекулі бензольне ядро, зв'язане з гідроксильною групою. Похідними фенола є гідрохінон, пірокатехін, фенол карбонової кислоти і корична кислота – з одним бензольним ядром.



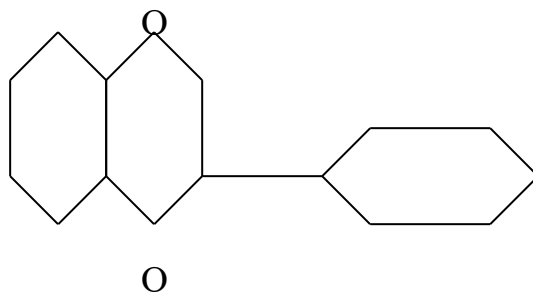
Галова кислота входить до складу ряду так званих дубильних речовин. *Таніни* – багатоатомні оксифенольні сполуки, які зустрічаються у великій кількості в різних рослинах. Особливо багато її в корі і деревені дуба і ялинки, які служать джерелом їх одержання в промисловості. Таніни зосереджені в спеціальних наростах на деревах.

Саліцилова кислота застосовується для консервування харчових продуктів.

Поліфенольні сполуки регулюють обов'язково з вітаміном С проникливість і крихкість кровоносних капілярних судин.

Деякі поліфеноли є акцепторами вільних радикалів, що дозволяє їх використовувати при радіаційних враженнях, в боротьбі з злоякісними утвореннями, з атеросклерозом, серцево-судинними захворюваннями.

Першими серед представників цього класу рослинних біологічно активних речовин, край необхідних, як і інші вітаміни, людині, були виявлені похідні флавонона – фенил – γ бензопірол:



Наявність групи (-ОН) у 3-го атома карбону веде к утворенню відповідно флавонолів і флавонолів.

Похідні є рутин, катехін з доброю Р – вітамінною активністю. Очищенні препарати катехінів одержують із чайного листа і застосовують в медицині (має капіляроукріплюючу дію).

До Р – активних сполук належать – антоціани, гесстеридин. Всі ці речовини містяться в мандаринах, лимонах, апельсинах. Ці продукти добрі джерела вітаміну Р (препарат необхідний для нормального зору).

Характеризуючи біохімічні особливості різних сортів винограду і проводячи їх сортодослідження з метою відбору кращих для виробництва соків, установили їх високу Р-вітамінну активність.

Особливо багаті біологічно цінними поліфенольними сполуками: шосла рожева, мускат та інш.

Такі рослини, як чорні порички, цитрусові, сорта шипшини одночасно містять вітамін С і Р. Виноград дуже мало містить аскорбінової кислоти, але багато поліфенольних сполук.

У свіжих соках кількість їх від 0,05 до 0,23% (масла рожева – 0,052%; мускат Гамбургський – 0,053%; масла біла, масла муската і суміш чорних сортів від 0,07% до 0,078%. Сорта Каберне, Трамінер – Сапераві містять 0,089%; 0,093% і 0,102% поліфенолів).

Найбільше їх у зрілому винограді сорту Лідія – 0,238%.

Склад поліфенолів плодів впливає на їх природне забарвлення і його зміну, зростання вмісту поліфенолів спостерігається в умовах сухого і більш сонячного літа.

Багато поліфенольних сполук знайдено в абрикосах, сливі, айві, вишні, черешні. В зрілих плодах переважають антоціани, катехін, флавонал. Цих сполук багато в суницях, порічках, гранаті.

До складу овочів і плодів входять поліфеноли (катехіни, лейкоантоціани, антоціани, флавоноїди), від кількості і складу яких залежить забарвлення, в'язучий, терпкий смак недозрілих плодів, потемніння м'якоті. Поліфеноли мають Р – вітамінну активність, яка обумовлює стійкість овочів і плодів до різних захворювань. Хлоргенова кислота, наприклад, обумовлює антимікробні властивості.

Рослинні речовини вторинного походження

Ефірні олії

Усі *ефірні олії* – це суміш різних речовин, головним чином терпенів і оксиген - містячих похідних – альдегідів і спиртів. Окремі компоненти, які входять до складу ефірних олій, проявляють свою дію вже при концентрації 1 мг % і навіть нижче.

Не всі ефірні олії є ліпідами. Наприклад, до ліпідів можна віднести ефірні олії цитрусових, але неможна зробити по відношенню до цибулі.

Найбільше вивчені ефірні олії винограду, які надають різним видам і сортам винограду своєрідний аромат і приймають участь в утворенні букета того чи іншого вина. Наприклад, у ефірних оліях винограду сорта Рислінг міститься метилацетат, відсутній в оліях сорта Каберне.

Компоненти, які містяться в ефірних маслах ділять на дві групи: **низькокіплячі** - прості органічні сполуки і **висококіплячі** – більш складні за структурою.

У ефірних маслах винограда навіть одного сорту виявлено до 60 окремих компонентів, а всього у винограду виявлено 150 речовин, які обумовлюють його аромат. До них відносять різні спирти (метанол, етанол, гераніол і ін.), карбонільні сполуки (формальдегід, оцтовий альдегід, валеріановий альдегід і ін.), кислоти (оцтова, гліколева і ін.), складні ефіри (етилформіат, етилацетат і ін.), вуглеводи з великою молекулярною вагою (циклогексан, метил циклогексан і ін.).

Виявлено, що в яблуках, також як і в винограді, склад речовин, які обумовлюють аромат свіжих плодів і продуктів їх переробки, різний. Так, при руйнуванні структури яблук утворюються дві сполуки з сильним ароматом – гексан-2-аль-1 і гексаналь, які відсутні в непошкоджених плодах.

З ефірними маслами пов'язана антимікробна (фітонцидна) дія таких овочів, як цибуля і часник. У більш лежких сортах цибулі міститься більше (23 мг %) ефірних олій, ніж у салатних і менш лежких сортах (16 мг %).

З листопада до лютого кількість ефірних олій в запасуючих тканинах збільшується на 50%. Потім до червня рівень ефірних олій не змінюється.

Питання для самоконтролю:

1. Які речовини називають речовинами вторинного походження?
2. Загальна характеристика фенольних сполук. Функції їх і значення в життєдіяльності рослин.
3. Класифікація фенольних сполук.
4. Що собою уявляють дубильні речовини?
5. Що собою уявляють ефірні олії?
6. Які сполуки називають антоціанами?
7. Які сполуки називають глікозидами?
8. Які речовини називають фітонцидами? Навести приклади.

Лекція 5

Розділ: 1. Хімічний склад організмів

Тема: 1.3 Ліпіди, жиророзчинні пігменти

Мета: Знати класифікацію ліпідів, характеристику будови різних груп ліпідів, їх функції в організмах, відмінності в будові, властивості та значення в харчовій промисловості.

Вид контролю: усне опитування.

Міжпредметні зв'язки: органічна хімія.

Використана література:

Сандурська О.Н. Загальна біохімія, 2004;

Гурецкая В.Л. Органическая химия – М.: Высшая школа, 1976;

Скурихин И.М. и др. Всё о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991.

Методичні вказівки

Звернути увагу:

- ліпіди складна суміш органічних речовин. Вони представлені жирами, восками, стероїдами, фосфогліцеридами і ін.;
- вони дуже різні за хімічною будовою і біологічною дією, але мають і деякі загальні ознаки: нерозчинність у воді (гідрофобність), добру розчинність в органічних розчинниках, наявність в їх молекулах довголанцюжних радикалів (R) та складноєфірних ($-C=O$)

-O-

групіровок.

- ліпіди – висококалорійний енергетичний матеріал, який відіграє важливу роль в обміні речовин у плодах і ягодах;
- вміст ліпідів залежить не тільки від особистих особливостей рослин, але й від сорту, місця і умов проростання

Вивчіть по підручнику класифікацію ліпідів.

Запам'ятайте:

- жири є ефіри спирту, гліцерина і вищих жирних кислот;
- жири поділяються на олії рослинного походження (утворені гліцерином і вищими ненасиченими карбоновими кислотами);
- жири тваринного походження (утворені гліцерином і вищими насиченими карбоновими кислотами).

Зверніть увагу на фізико-хімічні константи жирів, які нормуються стандартами і є одним з показників, характеризуючи їх якість.

Жири є регуляторами ферментативної активності білків, складовою частиною мембран рослинної клітини, приймають участь в регулюванні проникнення окремих органодів клітини.

Зверніть увагу на каротиноїди плодів та овочів (лікопін, каротин, цитроксантин, хлорофіл).

При вивченні алкалоїдів зверніть увагу на кофеїн, який міститься в зернах кави і в листі чаю.

Запам'ятайте:

- кофеїн збуджує нервову систему, що не завжди бажано;
- систематичне споживання в дозах на рівні 100 мг на день, викликає у людини сталу потребу і веде до захворювання за аналогією з алкоголізмом, наркоманією.

Лекція 5

План

1. Розповсюдження ліпідів в живих організмах
2. Класифікація ліпідів
3. Вплив жирів на продукти харчування
4. Константи жиру
5. Характеристика воску
6. Каротиноїди плодів та овочів

Ліпідами називають складну суміш органічних речовин, які містяться в живих організмах.

Ліпіди представлені жирами (гліцеридами), восками, пігментами. Всі вони нерозчинні в воді і добре розчиняються в органічних розчинниках (бензолі, хлороформі, диетиловому ефірі).

Ліпіди широко розповсюджені в природі. Входять до складу протоплазми клітин і приймають участь у різних процесах, які відбуваються в клітинах. Крім того відкладаються прозапас (в основному тригліцериди) і є енергетичним резервом організму. У рослинному організмі накопичуються головним чином в плодах і насінні, а у тварин в жирових тканинах, в печінці, в мозковій і нервовій тканинах.

Ліпіди – важливі компоненти їжі. Визначають її харчову цінність і смакові якості.

Велика роль ліпідів в різних процесах харчової технології. Псування зерна і його продуктів переробки при зберіганні (прогоркання) в першу чергу пов'язане з зміною його ліпідного комплексу.

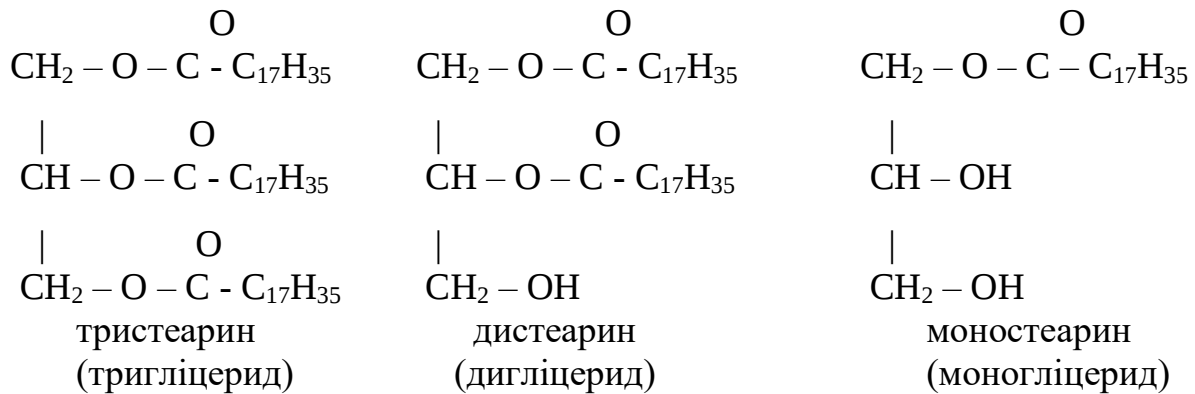
За хімічним складом ліпіди діляться на дві групи: **прості і складні**.

Прості не містять азота і фосфора. До них належать гліцерин, ефіри діолов, воски, прості ефіри спиртів і ін.

Складні представлені фосфоліпідами (фосфатиди), сполуки, при гідролізі яких утворюються поряд зі спиртами (гліцерином) і високомолекулярні жирні кислоти і аміноспирт.

Жири, які додаються з рослинної сировини, мають назву рослинні олії. До складу жирів в основному входять тригліцериди. У більшості випадків входять кислоти: пальмітинова ($C_{15}H_{31}COOH$), стеаринова ($C_{17}H_{35}COOH$), олеїнова ($C_{17}H_{33}COOH$).

Наприклад:



Гліцеридами або жирами називають складні естери гліцерина і вищих жирних кислот.

У загальному раціоні з 100-102 г жира на рослинні жири повинно припадати до 30 г, які містять 6 г незамінних жирних кислот. Жири важливий компонент харчової сировини і входять в рецептуру шоколадних виробів, хліба, хлібо-булочних виробів.

Жири обов'язковий компонент кліткових мембран.

Ліпіди – висококалорійний енергетичний матеріал, який відіграє важливу роль в обміні речовин у плодах і ягодах. У великих кількостях містяться у ядрі горіхоплідних культур, %: мигдалю 53, фісташки 54, волоського і лісового горіхів 58, кедрового горіха 60, фундука 64. Велика кількість ліпідів знаходиться у зернятках зерняткових і кісточках кісточкових плодів. Ці зернятка і кісточку можна використовувати для одержання олії. У тканинах плодів, ягід та овочів ліпідів не багато. Наприклад, яблука містять ліпідів, %: у плодовій м'якоті 0,22; шкірочці 2,0.

Вміст ліпідів залежить не тільки від особистих особливостей рослини, але і від сорту, місця і умов проростання. Для них характерні такі перетворення: гідроліз, окислення, гідрування.

Гідролітичне розщеплення жирів, олії є однією з причин погіршення смакових і харчових властивостей продуктів харчування. Цей процес прискорюється з підвищенням вологості зберігаємих продуктів, температури, активності ферментів ліпази і ліпоксигенази. Псування жирів і жировмісних продуктів – результат складних хімічних і біохімічних процесів, які проходять в ліпідному комплексі.

В залежності від характеру основного процесу, розрізняють гідролітичне і окисне прогіркання. Жири, які містять залишки ненасичених жирних кислот окислюються киснем повітря, внаслідок чого утворюються початкові або первинні продукти окислення – пероксиди і гідропероксиди. Потім утворюються вторинні продукти окислення: спирти, альдегіди і кетони, кислоти і їх похідні. Вторинні продукти окислення викликають появу неприємного присмаку (прогоркання), а сполуки, які входять до їх складу обумовлюють в той же час і погіршення запаху. Утворені продукти змінюють фізичні властивості жиру, приводять до появи піни у фрітюрній олії, сприяють розпаду вітамінів, чинять токсичну дію на організм людини.

Жири є регулятори ферментативної активності білків. Будучи складовою частиною мембран рослинної клітини приймають участь в регулюванні проникнення окремих органоїдів клітин.

Константи жиру

Природа жиру та його якість визначається за хімічними «константами жиру». З хімічних констант найбільше значення мають кислотне число, йодне число, число омилення, пероксидне число та ін.

Число – це витрата певного реагенту на реакцію з жиром.

Кислотне число – кількість міліграмів калій гідроксиду, яка необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру.

Кислотне число використовують при розрахунку кількості лугу, необхідного для лужної рафінації жирів.

Число омилення – кількість міліграмів калій гідроксиду, яка потрібна для омилення гліцеридів і нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Чим більша молекулярна маса жирних кислот, які входять до складу

жиру, тим менше молекул буде в 1 г жиру і тим менше калій гідроксиду піде на омилення. Число омилення характеризує молекулярну масу гліцеридів і використовується для визначення кількості лугу, необхідного для омилення жиру.

Йодне число – кількість грамів йоду, що може приєднатися (за місцем подвійних зв'язків) до 100 г жиру. Чим більше в жирі утримується ненасичених жирних кислот, тим вище йодне число. Зменшення йодного числа в процесі зберігання жирів є показником їх псування.

Пероксидне число – показує кількість пероксидів у жирі. Його виражають (у відсотках) за кількістю йоду, витраченого на титрування гідро пероксидів, які виділились з 1 г жиру.

Віск

Воски – жироподібні речовини, що вкривають тонким шаром плоди, ягоди і захищають їх від ураження грибними хворобами, а також не дають їм завчасно зів'янути. Але захисний восковий шар на поверхні плодів неоднаковий. Наприклад, яблука, що мають грубу сітку на поверхні плодів, майже не мають воску (Богатир, Ранет Черненко), у інших шар воску товстий (Пепін шафранний, Слов'янка).

Воски теж складні ефіри жирних кислот і високомолекулярних одноатомних спиртів (цетилового і ін.). Частина жирних кислот і спиртів у восках є у вільному стані. Крім цього, воск містить деякі вуглеводні насиченого ряду, наприклад, наонакан і його похідні, наонаканон, наонаканол, а з жирних кислот крім тих, що присутні в олії є ще карнаутова, церотинова і ін.

При нагріванні у лугах воски розчиняються і на поверхні у восковому шарі утворюються тріщини. Цю властивість воску використовують при сушінні винограду і слив. Після обробки лугом сушіння плодів і ягід відбувається знатно швидше.

Ефірні олії це жиророзчинні леткі речовини, які зумовлюють аромат плодів, ягід, овочів та виготовлених з них продуктів. Кількість ефірних олій залежить від культури і ступеня стиглості плодів і ягід. При дозріванні їх вміст зростає і після досягнення так званої технологічної стиглості – знижується. Такі

спостереження дають можливість встановлювати строки збирання врожаю з урахуванням максимального накопичення ефірних олій. Ефірні олії стримують ріст мікроорганізмів. Найбільш (1,5-2,5%) міститься ефірних олій у шкірці лимонів та мандаринів, в інших плодах і ягодах – в тисячних частках процента.

Каротиноїди плодів та овочів

Лікопін (оранжево червоного кольору). Він забарвлює помідори, перець, шипшину і ін.

Каротин (жовтогарячого кольору) міститься в моркві, абрикосах, динях, персиках і ін.

Цитроксантин (жовтого кольору) забарвлює шкірочку цитрусових в жовтий колір.

Ціанідин – червоний барвник, який міститься у вишні, порицках, червоній смородині і ін.

Хлорофіл – забарвлює овочі та плоди в зелений колір.

Пігменти, як правило, нестійкі при консервуванні, варінні, кип'ятінні, обжарюванні, квашенні, солінні руйнуються і їжа змінює колір. Руйнуються пігменти і при жуванні продуктів.

При вивченні алкалоїдів звернути увагу на кофеїн, який міститься в зернах кави і листях чаю. Він збуджує нервову систему, що не завжди бажано. Систематичне споживання в дозах на рівні 1000 мг на день викликає у людини сталу потребу і веде до захворювання по аналогії з алкоголізмом, наркоманією.

Питання для самоконтролю:

1. Які речовини називають ліпідами?
2. Як класифікують ліпіди?
3. Як відрізняється за складом тверді жири від рідинних?
4. Яка відмінність в будові жирів і воску?
5. Яка відмінність у будові жирів і фосфатидів?
6. Дайте характеристику каротиноїдам.
7. Які загальні властивості характерні для ліпідів?

8. Назвіть фізико-хімічні константи жирів.
9. Що називається йодним числом, кислотним числом і що вони характеризують?
10. Що називається числом омилення, перекисним числом? Що вони характеризують?
11. Як відбувається обмін жирів в організмі?
12. За яких умов відбувається гідролітичне псування жиру?
13. Який хімізм окислювального псування жиру?
14. Яке значення фосфоліпідів у харчовій промисловості?

Список рекомендованої літератури

1. Боєчко Ф.Ф. Біологічна хімія. – К.: Вища школа, - 1989;
2. Боєчко Ф.Ф. та ін. Основи органічної і біологічної хімії. – К.: Вища школа, - 1982;
3. Ермолаєва М.В., Ильичёва Л.П. Биологическая химия. – М.: Медицина, - 1989;
4. Крутович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, - 1986;
5. Кучеренко М.Є. та ін. Біохімія. – К.: Либідь, - 1995.