

Лекція 6.

Тема. Харчові кислоти.

Мета. Ознайомити студентів із загальною характеристикою та методами визначення харчових кислот у продуктах харчування.

Вступ. Харчові кислоти це різноманітна за своїми властивостями група речовин органічної і неорганічної природи. Основні джерела харчових кислот – рослинна сировина і продукти її переробки. Органічні харчові кислоти містяться в більшості рослин – ягодах, фруктах, овочах, в тому числі в коренеплодах, листяній зелені. Разом з вуглеводами і ароматичними сполуками вони формують смак і аромат плодів а, отже, продуктів їх переробки. Склад і особливості будови харчових кислот різні і залежать від специфіки харчового об'єкта, а також від природи кислотоутворення.

План.

1. Загальна характеристика харчових кислот.
2. Визначення харчових кислот в харчових продуктах.

Зміст лекції.

1. До складу більшості харчових продуктів входить цілий комплекс хімічних компонентів, серед яких, крім поживних, містяться різноманітні смакові речовини – **харчові кислоти, естери, кетони, барвники, дубильні речовини, ароматичні сполуки** та інші.

Харчові кислоти це різноманітна за своїми властивостями група речовин **органічної і неорганічної** природи.

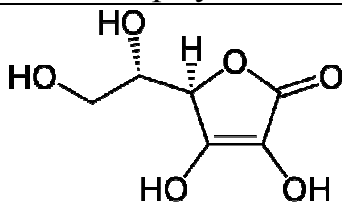
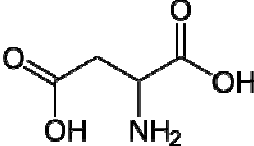
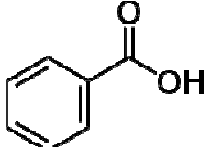
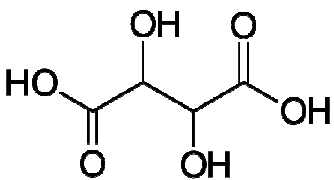
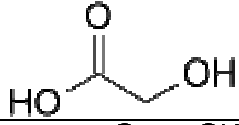
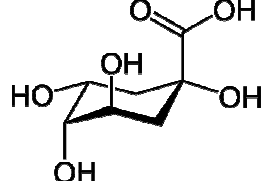
Основні джерела харчових кислот – рослинна сировина і продукти її переробки. Органічні харчові кислоти містяться в більшості рослин – ягодах, фруктах, овочах, в тому числі в коренеплодах, листяній зелені. Разом з вуглеводами і ароматичними сполуками вони формують смак і аромат плодів а, отже, продуктів їх переробки.

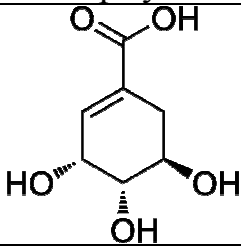
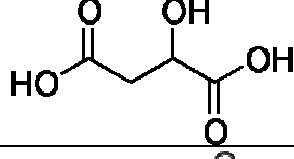

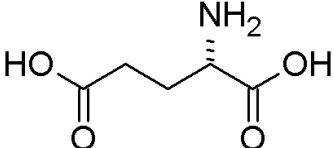
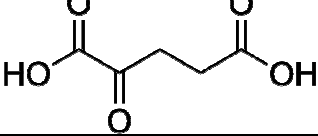
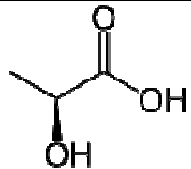
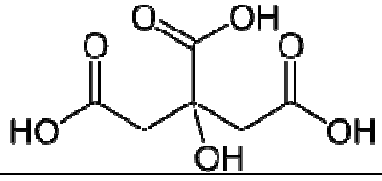
Склад і особливості будови харчових кислот різні і залежать від специфіки харчового об'єкта, а також від природи кислотоутворення.

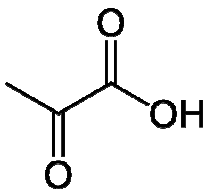

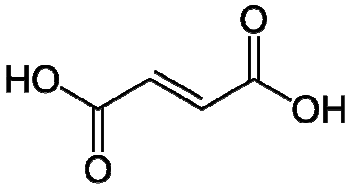
Назви і формули деяких кислот, які найчастіше зустрічаються в харчових продуктах, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Назви і формули основних харчових кислот

Назва кислоти	Назва солі	Формула
Аскорбінова	Аскорбат	
Аспарагінова	Аспартат	
Бензойна	Бензоат	
Винна	Тартрат	
Гліколева	Гліколят	
Хінна	Хінат	

Назва кислоти	Назва солі	Формула
Шикимова	Шикимат	
Щавлевооцтова 2-оксобутандіова	Оксалоацетат	HOCCOCH ₂ COOH
Яблучна	Малат	
Бурштинова (янтарна)	Сукцинат	
Гліцеринова	Гліцерат	CH ₂ OHCH ₂ OHCOOH
Глутамінова	Глутамат	
α-Кетоглутарова	Кетоглутарат	
Молочна	Лактат	
Хлоридна	Хлорид	HCl
Сульфатна	Сульфат	H ₂ SO ₄
Ортофосфатна	Ортофосфат	H ₃ PO ₄
Лимонна	Цитрат	
Ізолимонна	Ізицитрат	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—COOH} \\ \\ \text{CH—COOH} \\ \\ \text{CH(OH)—COOH} \end{array}$
Мурашина	Форміат	HCOOH

Назва кислоти	Назва солі	Формула
Піровиноградна	Піруват	
Піроглутамінова	Піроглутамат	
Оцтова	Ацетат	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
Фумарова	Фумарат	
Щавлева	Оксалат	HOOC-COOH

В більшості рослинних об'єктів знайдені **нелеткі** моно- і трикарбонові кислоти, насичені і ненасичені, в тому числі гідрокси- та оксокислоти.

До групи органічних харчових кислот відносяться також амінокислоти, які входять до складу білків, і вищі карбонові кислоти, які є структурними компонентами ліпідів. Властивості і значення цих груп кислот розглядаються в інших розділах посібника.

В продуктах переробки плодів можуть бути виділені **леткі** кислоти – **мурашина** і **оцтова**. Кислотність молока і молочних продуктів формується як за рахунок **молочної** кислоти, яка утворюється в результаті біохімічних перетворень лактози молока, так і за рахунок інших кислот та кислих солей, що містяться в молоці, а також кислотних груп казеїну.

Загальне уявлення про різноманітність харчових кислот у складі рослинних об'єктів ілюструє таблиця 6.2.

Найбільш типовими у складі різних плодів і ягід є **лимонна** і **яблучна** кислоти. З числа інших кислот часто зустрічаються **хінна**, **янтарна** і **щавлева**. До поширених також відносяться **шикімова**, **гліколева**, **фумарова**, **гліцерінова** і **винна** кислоти.

Концентрації окремих органічних кислот в різних плодах і ягодах **неоднакові**. Цитрусові плоди містять переважно лимонну кислоту і невеликі кількості яблучної. Вміст останньої в апельсинах становить **10-25%**, в мандаринах – до **20%**, в грейпфрутах і лимонах – до **5%** за відношенням до загальної кислотності. На відміну від плодів, в шкірці апельсинів міститься значна (приблизно **0,1%**) кількість щавлевої кислоти.

Лимонна кислота є основною також в кислотному спектрі ананасів, де її вміст – **85%**. Частка **яблучної кислоти** в цих плодах становить близько **1%**.

Домінуючою кислотою у складі кісточкових плодів є **яблучна**, вміст якої в їх кислотному спектрі складає від **50** до **90%**.

В кислих сортах яблук яблучна кислота становить більше **90%** від загальної кислотності, в черешні та вишні її концентрація досягає **85-90%**, в сливах (в залежності від сорту) – від **35** до **90%**. В числі інших кислот в цих плодах – **лимонна і хінна**.

Понад 90% кислотності припадає на **яблучну, лимонну і хінну** кислоти в таких плодах як **персики і абрикоси**, причому співвідношення яблучної і лимонної кислот може коливатись в широкому діапазоні, що в деяких випадках пов'язують зі зміною вмісту цих кислот в плодах в процесі дозрівання. Встановлено, наприклад, що при дозріванні персиків кількість яблучної кислоти в них значно **збільшується**, а лимонної – **зменшується**. На відміну від інших плодів, у **винограді** основною є **винна кислота**, яка становить **50-60%** від загальної кислотності. Залишок припадає на **яблучну (25-30%)** та **лимонну (до 10%)** кислоти. В процесі **дозрівання** винограду вміст яблучної кислоти **зменшується інтенсивніше**, ніж винної.

В більшості видів **ягід**, за винятком **винограду, агрусу, чорниці та ожини**, переважає **лимонна кислота**. Так, в **полуниці** її частка становить **70-90%**, в **смородині** – **85-90%**. Вміст яблучної кислоти в цих ягодах – **10-15%**. В **ожині 65-85%** становить **ізолимонна кислота**, а у складі **агрусу – 45%** яблучної і лимонної і **5-10%** **шикимової** кислот.

Деякі харчові кислоти фруктів, ягід та овочів

Рослинний об'єкт	Основні кислоти
Фрукти, ягоди	
Абрикоси	Яблучна, лимонна
Авокадо	Винна
Айва	Яблучна (без лимонної)
Ананаси	Лимонна, яблучна
Апельсини	Лимонна, яблучна, щавлева
Апельсинова шкірка	Яблучна, лимонна, щавлева
Банани	Яблучна, лимонна, винна, сліди оцтової та мурашиної
Виноград	Яблучна і винна (3:2), лимонна, щавлева
Вишня	Яблучна, лимонна, винна, янтарна, хінна, шикимова, гліцерінова, гліколева
Грейпфрут	Лимонна, винна, яблучна, щавлева
Груші	Яблучна, лимонна, винна, щавлева
Ожина	Ізолимонна, яблучна, молочно-ізолимонна, шикимова, хінна, сліди лимонної і щавлевої
Полуниці	Лимонна, яблучна, шикимова, янтарна, гліцерінова, гліколева, аспарагінова
Журавлина	Лимонна, яблучна, бензойна
Агрис	Лимонна, яблучна, шикимова, хінна
Лимони	Лимонна, яблучна, винна, щавлева (без ізолимонної)
Персики	Яблучна, лимонна
Сливи	Яблучна, винна, щавлева
Смородина	Лимонна, винна, яблучна, янтарна
Фініки	Лимонна, яблучна, оцтова
Чорниці	Лимонна, яблучна, гліцерінова, лимоннояблучна, гліколева, янтарна, глюкоуронова, галактууронова, хінна, глутамінова, аспарагінова
Яблука	Яблучна, хінна, а-кетоглутарова, щавлевооцтова, лимонна, пірвіноградна, фумарова, молочна, янтарна
Овочі	
Боби	Лимонна, яблучна, невеликі кількості янтарної і фумарової
Гриби	Кетостеаринова, фумарова, алантоїнова
Горох	Яблучна
Картопля	Яблучна, лимонна, щавлева, фосфорна, піроглутамінова
Морква	Яблучна, лимонна, ізолимонна, янтарна, фумарова
Помідори	Лимонна, яблучна, щавлева, янтарна, гліколева, винна, фосфорна, хлоридна, сульфатна, фумарова, галактууронова
Ревінь	Яблучна, лимонна, щавлева

Деяка кількість кислот в плодах і ягодах може знаходитись у вигляді солей. Їх вміст, наприклад, в лимонах, становить до 3%, а в окремих видах груш – 20-30%.

На відміну від більшості органічних кислот у складі плодів і ягід, молочна кислота утворюється, очевидно, тільки мікробіологічним шляхом.

Кислотний спектр **овочів** представлений, переважно, тими ж органічними кислотами, співвідношення яких коливається в значних межах. Поряд з вже відомими, в овочах знайдені янтарна, фумарова, піроглутамінова і деякі інші кислоти різної будови.

Відмінною особливістю томатів є наявність в них неорганічних кислот – ортофосфатної, сульфатної та хлоридної.

У молоці і молочних продуктах основною органічною кислотою є молочна кислота, утворення якої пов'язане з біохімічним перетворенням молочного цукру – лактози під дією молочнокислих бактерій, яке описується наступним рівнянням реакції:



За участю в цьому процесі гомоферментативних молочнокислих бактерій молочна кислота є практично єдиним продуктом реакції. У випадку гетероферментативних ароматоутворюючих молочнокислих бактерій, поряд з молочною з'являється оцтова і проніонова кислоти, а також інші продукти бродіння – етанол, етилоцтовий ефір.

Встановлено, що харчові кислоти характеризуються позитивною біологічною дією. Так, бензойна кислота володіє антисептичною дією, уронові кислоти та їх похідні виводять з організму продукти обміну речовин, солі важких металів, радіонукліди, холестерин, лимонна та деякі інші кислоти знижують ризик синтезу в організмі канцерогенних нітрозамінів, а отже, і ризик розвитку онкологічних патологій. Органічні кислоти ягід, фруктів, плодів стимулюють соковиділення в шлунково-кишковому тракті і таким чином покращують травлення, зменшують ризик розвитку багатьох шлунково-кишкових захворювань.

Харчові кислоти у складі продовольчої сировини та продуктів виконують різноманітні функції, пов'язані з якістю харчових об'єктів.

У складі комплексу смакоароматичних речовин вони беруть участь у формуванні смаку та аромату. Саме смак, разом з запахом та зовнішнім виглядом, здійснює основний вплив на вибір споживачем того чи іншого продукту в порівнянні з такими його показниками, як склад та харчова цінність. Зміна смаку та аромату часто є ознакою псування харчового продукту або наявності в його складі сторонніх речовин.

Головне смакове відчуття, яке викликає присутність у складі продукту кислот, – кислий присмак, який пропорційний концентрації йонів Гідрогену H^+ . У випадку органічних кислот на сприйняття кислого смаку впливає

природа аніону молекули кислоти. Так, наприклад, лимонна кислота має кисло-солодкий смак, пікринова – кисло-гіркий.

Зрозуміло, що наявність в продукті кількох органічних кислот в поєднанні з іншими смаковими органічними речовинами інших класів зумовлює формування оригінальних смакових відчуттів.

Крім цього, значення харчових кислот в харчуванні людини визначається їх енергетичною цінністю та участю в обміні речовин. Основна біологічна функція органічних кислот, що входять до складу їжі, пов'язана з участю їх у процесах травлення. До таких функцій харчових кислот відносяться:

- активація перистальтики кишківника;
- стимуляція секреції травних соків;
- вплив на формування певного складу мікрофлори шляхом зниження рН середовища;
- гальмування розвитку процесів гниття в товстій кишці.

Для різних кислот виявлені деякі інші ефекти дії.

У зв'язку з ефективною біологічною дією сформувався напрям використання органічних кислот як харчові добавки та під час виробництва функціональних харчових продуктів, в тому числі напоїв.

Наявність харчових кислот в продукті може бути наслідком навмисного введення кислоти в харчову систему в ході технологічного процесу. В цьому випадку харчові кислоти використовуються як технологічні харчові добавки. В загальному можна виділити три основні цілі додавання кислот до харчових продуктів:

- надання певних органолептичних властивостей (смаку, кольору, аромату), які характерні для конкретного продукту;
- вплив на колоїдні властивості, які зумовлюють формування консистенції, характерної конкретному продукту;
- підвищення стабільності, що забезпечує збереження якості продукту протягом певного часу.

Оцтова кислота (добавка E460) є найбільш відомою харчовою кислотою і випускається у вигляді есенції, яка містить 70-80% кислоти. В побуті використовують розведену оцтову кислоту, відому під назвою **столовий оцет**. Використання оцту для консервування харчових продуктів – один з найдревніших способів консервування. Залежно від сировини, з якого одержують оцтову кислоту, розрізняють винний, фруктовий, яблучний, спиртовий оцет та синтетичну оцтову кислоту.

Оцтова кислота не має законодавчих обмежень; її дія, головним чином, зводиться до пониження рН продукту консервації і спрямована проти розвитку бактерій. Основна область її застосування – овочеві консерви та мариновані продукти. Використовується у виробництві майонезу, соусів, при маринуванні рибної продукції, овочів, ягід, фруктів. Оцтова кислота також широко використовується як смакова добавка.

Молочна кислота (E270) як харчова добавка використовується у виробництві безалкогольних напоїв, карамельних мас, кисломолочних

продуктів. Молочна кислота має обмеження до застосування в продуктах дитячого харчування.

Лимонна кислота (E330) пом'якшує солодкий смак, надає свіжішого відтінку і наближує його до приємного кисло-солодкого смаку плодів та ягід. Вона широко використовується у виробництві газованих напоїв та деяких видів рибних консервів. Але при цьому вона виводить з організму кальцій, погіршує згортання крові, тому рекомендовано її замінювати на янтарну кислоту. Також використовуються солі цієї кислоти – цитрати.

Бурштинова кислота (E363) розглядається не тільки як унікальний енергетичний субстрат, але і як регулятор функції та розвитку живих систем, що лягло в основу створення харчових добавок та продуктів профілактичної дії. Встановлено, що бурштинова кислота, як продукт обміну речовин, володіє потужною захисною дією і є стимулятором вироблення імунітету до нових для організму шкідливих речовин. Вона покращує процеси енергетичного обміну в клітинах головного мозку, міокарду, печінки, нирках; володіє тонізуючою дією, антисклеротичною та проти ішемічною активністю; регулює процеси дихання, серцеву та мозкову діяльність; нормалізує обмін речовин; підвищує шлункову секрецію; сповільнює процеси старіння; прискорює процеси відновлення після фізичних та емоційних перевантажень, травм, отруєнь. За даними ФАО/ВООЗ добова потреба людського організму в бурштиновій кислоті становить 60-120 мг.

Як харчова добавка використовується для регулювання рН харчових систем.

Бурштинову кислоту додають до пива, соків, вина, для підвищення стійкості, прискорення репродуктивності дріжджів, покращення їх бродильної активності.

Особливо перспективним є лікувальне застосування бурштинової кислоти та її солей (сукцинатів) при захворюваннях серцево-судинної, дихальної, ендокринної систем.

Аналогічна біологічна дія відмічалася також у фумарової кислоти.

Винна кислота (E334) є продуктом переробки відходів виноробства. Не має подразнюючої дії на слизові оболонки і не піддається обмінним перетворенням в організмі людини. Використовується в кондитерських виробках та безалкогольних напоях.

Яблучна кислота (E296) має слабший кислий смак, ніж лимонна та винна кислоти. Знайшла застосування при одержанні безалкогольних напоїв.

Фумарова кислота (E297) використовується в харчовій промисловості як замінник лимонної та винної кислот. Є дещо токсичною, у зв'язку з чим її добове споживання з харчовими продуктами обмежене на рівні 6 мг на 1 кг маси тіла.

Ортофосфатна кислота та її солі (E339-341) широко розповсюджені в харчовій сировині та продуктах її переробки. У високих концентраціях фосфати містяться в молочних, м'ясних та рибних продуктах, в деяких видах злаків та горіхів. Фосфати вводяться в безалкогольні напої та кондитерські вироби. Допустима добова доза, в перерахунку на ортофосфатну кислоту,

становить 5-15 мг на 1 кг маси тіла, так як надлишкова кількість її в організмі може стати причиною дисбалансу кальцію та фосфору.

Запитання для самоконтролю

1. Дати загальну характеристику харчових кислот компонентів харчових продуктів.
2. Навести приклади речовин, які використовуються в харчовій промисловості для регулювання рН харчових систем.
3. В яких технологічних функціях проявляється дія органічних кислот в харчових системах?
4. На які технологічні параметри впливає величина рН?
5. Дати коротку характеристику методів, які використовуються для визначення харчових кислот у складі продуктів.