

# ТЕМА 6 ХАРЧОВІ КИСЛОТИ

## План

1. Загальна характеристика харчових кислот
2. Харчові кислоти та кислотність продуктів
3. Вплив харчових кислот на якість продуктів
4. Регулятори кислотності харчових систем
5. Функції харчових кислот у харчуванні
6. Методи визначення кислот у харчових продуктах

Харчові кислоти (ХК) – це різноманітна за своїми властивостями група речовин органічної і неорганічної природи.

Склад і особливості хімічної будови ХК залежать від специфіки харчової сировини.

Наприклад, кислотність молока і молочних продуктів формується за рахунок молочної кислоти, що утворюється в результаті біохімічних перетворень лактози молока.

До групи органічних харчових кислот відносяться амінокислоти, вищі жирні кислоти.

### 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХАРЧОВИХ КИСЛОТ

Рослинна сировина і продукти її переробки є основним джерелом ХК.

Разом з цукрами, ароматичними сполуками вони формують смак і аромат плодів, ягід і продуктів їх переробка.

#### Харчові кислоти фруктів, ягід і овочів

Рослина	Кислоти ягід та фруктів
Абрикоси	Яблучна, лимонна
Авокадо	Винна
Айва	Яблучна
Ананаси	Лимонна, яблучна
Апельсинова кожура (цедра)	Яблучна, лимонна, щавлева
Банани	Яблучна, лимонна, винна, сліди оцтової і мурашиної
Виноград	Яблучна і винна (3:2), лимонна, щавлева
Вишня	Яблучна, лимонна, винна, бурштинова, хінна, шикимова, гліцерінова, глюколева
Грейпфрут	Лимонна, винна, яблучна, щавлева
Груші	Яблучна, лимонна, винна, щавлева
Ожина	Ізолимонна, яблучна, молочно-ізолимонна, шикимова, хінна, сліди лимонної і щавлевої
Полуниця (Земляника)	Лимонна, яблучна, шикимова, бурштинова, гліцерінова, гліколева, аспарагінова

Журавлина	Лимонна, яблучна, бензойна
Агрис	Лимонна, яблучна, шикімова, хінна
Лимони	Лимонна, яблучна, винна, щавлева
Персики	Яблучна, лимонна
Сливи	Яблучна, винна, щавлева
Смородина	Лимонна, винна, яблучна, бурштинова
Фініки	Лимонна, яблучна, оцтова
Чорника	Лимонна, яблучна, гліцерінова, лимонно-яблучна, гліколева, бурштинова, глюкуронована, галактуронова, хінна, глютамінова, аспарагінова
Яблука	Яблучна, хінна, $\alpha$ – кетоглутарова, щавлевооцтова, лимонна, піровиноградна, фумарова, молочна, бурштинова
<b>Овочів</b>	
Боби	Лимонна, яблучна, невелика кількість бурштинової, фумарової
Гриби	Кетостеаринова, фумарова, алантоїнова
Горох	Яблучна
Картопля	Яблучна, лимонна, щавлева, фосфорна, піроглутамінова
Морква	Яблучна, лимонна, ізолимонна, бурштинова, фумарова
Помідори	Лимонна, яблучна, щавлева, бурштинова, гліколева, винна, фосфорна, соляна, сірчана, фумарова, галактуронова
Ревень	Яблучна, лимонна, щавлева

Найбільш розповсюдженими в складі плодів і ягід є лимона і яблучна кислоти.

Цитрусові плоди містять переважно лимонну і невелику кількість яблучної.

Вміст останньої в апельсинах складає 10-25%, в мандаринах – до 20%, в грейпфрутах і лимонах – до 5% по відношенню до загальної кислотності.

Ананаси багаті на лимонну кислоту, вміст якої досягає 85%.

Домінує у складі насінневих і кісточкових – яблучна кислота, вміст якої коливається від 50 до 90%.

В кислих сортах яблук яблучна кислота складає більше 90% загальної кислотності, у вишні її концентрація досягає 85-90%, в сливах 35-90%.

У персиках і абрикосах більше 90% кислотності припадає на яблучну, лимонну і хінну кислоти. Доведено, що при дозріванні персиків кількість яблучної кислоти у них підвищується, а лимонної зменшується.

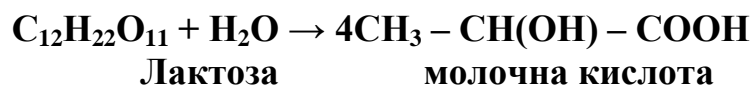
У винограді основною кислотою є винна, яка складає 50-65% загальної кислотності. Остаток припадає на яблучну (25-30%) і лимонну (до 10%) кислоти.

У більшості видів ягід, за виключенням винограду, агрусу, чорники ожини, переважає лимонна кислота.

Наприклад, у полуниці на її долю приходиться 70-90, смородині – 85-90%. Вміст яблучної кислоти в цих ягодах 10-15%. В ожині 65-85% складає ізолимонна кислота, а у складі агрусу 45% яблучної і лимонної і 5-10% шикімової.

Відмінністю томатів є те, що в них присутні неорганічні кислоти: фосфорна, сірчана і соляна.

В складі молока і молочних продуктів основною органічною кислотою є молочна кислота (яка утворюється внаслідок біохімічного перетворення лактози). Під дією молочнокислих бактерій відбувається перетворення лактози за наступним рівнянням:



## 2. ХАРЧОВІ КИСЛОТИ ТА КИСЛОТНІСТЬ ПРОДУКТІВ

Іони водню обумовлюють кислий смак продукту. Активність іонів водню (активна кислотність) характеризується показником рН (від'ємний логарифм концентрації іонів водню).

### Значення рН для деяких рідких харчових продуктів

Продукт	Значення рН
Сік апельсиновий	3,2-3,5
Ананасовий	3,6
Виноградний	3,2
Грейпфрутовий	3,1
Банановий нектар	3,66
Пиво	4,2-4,6
Молоко цільне	6,6-6,8
Згущене	6,1-6,4
Йогурт	4,0-4,3
Какао	6,3-6,4

Практично всі харчові кислоти є слабкі і у водних розчинах незначно дисоціюють.

До того ж, в харчовій системі можуть знаходитись буферні речовини, в присутності яких активність іонів водню буде практично постійною.

Прикладом такої системи є молоко.

У зв'язку з цим, сумарна концентрація у харчовому продукті речовин, що мають кислий характер визначається показником потенційної, загальної чи титрованої (лугом) кислотності. Для різних продуктів ця величина виражається через різні показники. Наприклад, у соках визначають загальну кислотність в г на 1 л, в молоці в градусах Тернера, в борошні – в градусах Неймана.

### Властивості харчових кислот

Кислота	Емпірична формула	Молекулярна маса	Температура плавлення, °C	Розчинність, г/100 мл Н <sub>2</sub> О при 25°C
Оцтова	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60,05	-8,5	Добре розчинні
Молочна	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	90,08	16,8	

Лимонна	$C_6H_8O_6$	192,12	153	181,0
Яблучна	$C_4H_6O_5$	134,09	132	62,0
Винна	$C_4H_6O_4$	150,09	168-170	147,0
Бурштинова	$C_4H_6O_4$	118,09	188	6,8
Адипінова	$C_6H_{10}O_4$	146,14	152	1,9 (при + 20 <sup>0</sup> C)
Фумарова	$C_4H_4O_4$	116,07	286	0,5 (при +20 <sup>0</sup> C)
Фосфорна	$H_3PO_4$	98,00	42,35	добре розчинна у гарячій воді

### 3. ВПЛИВ ХАРЧОВИХ КИСЛОТ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ

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

У складі комплексу смакоароматичних речовин вони беруть участь у формуванні смаку і аромату, які є основними показниками якості продукту.

Саме смак, поряд із запахом і зовнішнім виглядом проявляють більш суттєвий вплив на вибір споживачем того чи іншого продукту у порівнянні зі складом і харчовою цінністю.

Зміни смаку і аромату проявляють ознаки початкового псування харчового продукту, або наявності в його складі сторонніх речовин.

Смакове відчуття, яке визивається присутністю кислот у складі продукту – кислий смак, який пропорційний концентрації  $H^+$ .

Наприклад, мінімальна концентрація смакового відчуття, що сприймається органом відчуттів, дозволяє сприйняти кислий смак для лимонної кислоти 0,017%, для оцтової 0,03%.

У випадку органічних кислот на сприйняття кислого смаку впливають і аніони молекул.

В залежності від природи останнього можуть виникати комбіновані смакові відчуття. Наприклад, лимонна кислота має кисло-солодкий смак, а пікринова – кисло-гіркий. Зміни смакових відчуттів відбуваються у присутності солей органічних кислот. Так, солі амонію надають продукту солоного смаку.

Формування якості продукту здійснюється на усіх етапах технологічного процесу його одержання. При цьому багато технологічних показників, які забезпечують створення високоякісного продукту, залежать від активної кислотності (рН) харчової системи.

В цілому величина рН впливає на наступні технологічні параметри:

- утворення компонентів смаку і аромату, властивих для конкретного продукту;
- колоїдну стабільність полідисперсної системи (наприклад колоїдний стан білків молока чи комплексу білково-дубильних з'єднань у пиві);
- термічну стабільність харчової системи (наприклад термостійкість білкових речовин молочних продуктів);
- біологічну стійкість (наприклад пива і соків);

- умови росту корисної мікрофлори і її вплив на процеси дозрівання (наприклад пива чи сирів).

#### 4. РЕГУЛЯТОРИ КИСЛОТНОСТІ ХАРЧОВИХ СИСТЕМ

Наявність ХК у продуктах може бути наслідком спеціального введення кислоти у харчову систему в ході технологічного процесу.

У цьому випадку ХК використовуються у якості харчових добавок.

Узагальнено можна виділити три основні цілі додавання кислот у харчову систему:

- надання необхідних органолептичних властивостей (смаку, кольору, аромату), характерних для конкретного продукту;
- вплив на колоїдні властивості, що обумовлюють консистенцію, що властива даному продукту;
- підвищення стабільності, що забезпечує збереження якості на протязі певного часу.

1. **Оцтова кислота ( $C_2H_4O_2$ ), E260** – випускається у вигляді есенції, що містить 70-80% власної кислоти. У побуті використовують розбавлену оцтову есенцію, що називають "столовий оцет".

Використовують для консервування харчових продуктів. В залежності від сировини, із якої одержують оцтову кислоту її розрізняють як винний, фруктовий, яблучний, спиртовий оцет.

Одержують оцтову кислоту шляхом оцтовокислого бродіння.

Солі і ефіри цієї солі називають ацетати. В якості харчових добавок використовують ацетати калію і натрію (E261 і E262).

Оцтова кислота не має законодавчих обмежень; її дія основана на зниженні рН продукту, що проявляється при концентрації більше 0,5%; пригнічує дію бактерій.

Область використання: овочеві консерви і мариновані продукти; використовуються у майонезах, соусах, при маринуванні овочів і рибної продукції, ягід, фруктів. Використовується і як смакова добавка.

2. **Молочна кислота ( $C_3H_6O_3$ ), E270** – виробляється у двох формах: 40% розчин і концентрат який містить не менше 70% кислоти. Одержують молочнокислим бродінням цукрів. Її солі і ефіри називають лактатами.

Використовують у виробництві безалкогольних напоїв, карамельних мас, кисломолочних продуктів.

3. **Лимонна кислота ( $C_6H_8O_6$ ), E330** – продукт лимоннокислого бродіння цукрів. Солі і ефіри називають-цитрати. Використовують у кондитерській промисловості, при виробництві безалкогольних напоїв, та ін.

4. **Яблучна кислота ( $C_4H_6O_5$ ), E296** – менш кисла, ніж лимонна. Одержують синтетичним шляхом із малеїнової кислоти. Солі і ефіри яблучної кислоти – малати.

Використовують у кондитерській промисловості і при одержанні безалкогольних напоїв.

5. **Винна кислота ( $C_4H_6O_6$ ), E334** – одержують із відходів виноробства. Солі і ефіри винної кислоти тартратами.

Використовують у кондитерській і безалкогольній промисловості.

6. **Бурштинова (янтарна) ( $C_4H_6O_4$ ), E363** – побічний продукт при одержанні адипінової кислоти. Відомий спосіб одержання із відходів бурштину. Використовують у харчовій промисловості для регулювання рН систем.

7. **Адіпінова кислота ( $C_6H_{10}O_4$ ), E355** – одержують 2х стадійним окисленням циклогексана. Солі та ефіри називають адіпінати.

Використовують у безалкогольній промисловості.

## 5. ФУНКЦІЇ ХАРЧОВИХ КИСЛОТ У ХАРЧУВАННІ

Роль харчових кислот визначається їх участю у обміні речовин і їх енергетичною цінністю.

Так, молочна кислота, яблучна та лимонна кислоти мають коефіцієнти енергетичної цінності: 3,6, 2,4, та 2,5 ккал/г відповідно.

Але основна функція – участь у процесах травлення.

До них відносяться:

- активація перистальтики кишечника;
- стимуляція секреції травних соків;
- вплив на формування визначеного складу мікрофлори шляхом зниження рН середовища;
- гальмування розвитку гнилісних процесів у товстому кишечнику.

Наприклад, лимонна кислота перешкоджає утворенню в організмі канцерогенних нітрозаміників, сприяє зменшенню ризику виникнення і розвитку онкологічних патологій, сприяє засвоєнню організмом кальцію, активує чи інгібує діяльність деяких ферментів.

Бензойна кислота має антисептичну дію. Але відомо, що щавлева кислота у вигляді кальцієвої солі здатна відкладатися у суглобах чи у вигляді каменів в сечовивідних шляхах.

## 6. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

До методів визначення кислот відносяться стандартні методи: колориметричний і електрометричний.

Визначення потенційної кислотності ґрунтується на титруванні цих речовин лугом.

Для різних харчових продуктів характерні свої особливі умови титрування результати яких подають у відповідних кислотних числах.

Аналіз кислотного складу харчового продукту дає можливість виявити фальсифікацію чи підтвердити натуральність.

Органічні кислоти визначають стандартними і альтернативними методами.

Так, молочну кислоту визначають шляхом її окиснення перманганатом калію до оцтового ангідриду, який визначається йодометрично.

Винну кислоту визначають лужним титруванням винного каменю, що випадає в осад.

Більшість органічних кислот можна визначити хроматографічним методом.

До альтернативних відносяться методи основані на використанні ферментативних систем. Особливості цього методу є специфічність, яка забезпечує достовірність, точність результатів і чутливість.

### **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ**

1. Дайте загальну характеристику кислот, що входять до складу харчових продуктів.
2. Наведіть приклади речовин, що використовуються у харчовій промисловості для регулювання рН харчових систем.
3. В яких технологічних функціях проявляється дія органічних кислот у харчових системах?
4. Які особливості органічних кислот, що використовуються у харчових цілях?
5. Приведіть приклади біохімічних змін кислотності харчової системи.
6. Дайте коротку характеристику методів, які дозволяють визначити кислоти у складі продуктів.
7. На які технологічні параметри впливає величина рН?

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основна:**

1. с.263 – 275

