

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДІЛЕННЯ КИСЛОТ З ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАПОЇВ**

**Вступ.** Харчові домішки (адитиви) (рос. добавки) – природні, ідентичні природнім або штучно синтезовані речовини, які додають у їжу як інгредієнт з технологічних міркувань: подовжити термін зберігання (консерванти), перетворити їжу щодо кольору, смаку (щоб зберегти і підвищити смак), текстури, консистенції, зовнішнього вигляду.

Звичайно до харчових домішок не відносять речовини, які підвищують харчову цінність продуктів харчування: вітаміни, мікроелементи, амінокислоти [1]. Деякі домішки використовувались протягом століть, наприклад, для збереження їжі – оцет, сіль (соління бекону, м'яса, риби і ін.) або використання діоксиду сірки в деяких винах (E220) [2]. Органічні харчові кислоти мають дуже велике значення в промисловості. Вони застосовуються в усіх галузях харчової промисловості, а також в медицині, фармакології, ветеринарії, косметології тощо.

Наприклад, основне застосування лимонної кислоти E330 припадає на харчову промисловість, а саме, виробництво хлібобулочних та кондитерських виробів, напоїв, желе, карамелі, в тому числі суха лимонна кислота (E330) спільно з харчовою содою (E500) – це всім відомий розпушувач для тіста, що надає здобному тісту пишність і легкість. В якості фіксатора кольору лимонна кислота використовується у виробництві ковбасних виробів. Таку органічну кислоту використовують як підкислювач, регулятор кислотності, стабілізатор забарвлення, синергист антиоксидантів, каталізатор гідролізу й інверсії.

Молочна кислота є досить перспективною альтернативою антибіотикам у годівлі тварин. Пари молочної кислоти володіють антибактеріальними властивостями, наприклад, по відношенню до гемолітичних стафілококів і стрептококів, тому їх використовують в медицині для забезпечення бактеріальної чистоти процедурних кабінетів і лікарняних палат.

Також молочну кислоту застосовують в косметології як складовий компонент по догляду за шкірою (маски, пілінги тощо).

Консервант молочна кислота E270 має антисептичну дію, перешкоджає бродінню продуктів.

Застосування оцтової кислоти E260 досить різноманітне. В хімічній промисловості її використовують для виробництва пластичних мас, різних барвників, лікарських речовин, штучного волокна (ацетатного шовку), незаймистої кіноплівки та ін. Як протраву при фарбуванні тканин застосовують солі оцтової кислоти – алюмінієві, хромові та залізні.

Солі оцтової кислоти використовують також для боротьби зі шкідниками сільськогосподарства.

У харчовій промисловості E260 застосовується при виробництві консервів і пресервів, майонезу та інших готових приправ, хліба.

Косметологія використовує яблучну кислоту як речовину, що володіє очисними, зволожуючими, антиоксидантними, в'язучими, стимулюючими і протизапальними властивостями.

Знаходить своє застосування яблучна кислота також у фармакології, де вона використовується в якості інгредієнта проносних і відхаркувальних препаратів.

У харчовій індустрії це з'єднання відоме під номером E296 і виконує роль консерванту, регулятора кислотності і підсилювача смаку. Така домішка служить для підтримання нормальної кислотності в харчових продуктах. Яблучну кислоту найбільш часто можна зустріти в таких продуктах харчування, як фруктові води, соки та деякі кондитерські вироби, консерви, вина та безалкогольні напої.

В Україні є підприємства та компанії, які формують ринок імпортованих кислот на територію нашої країни. Такі підприємства в основному працюють з постачальниками органічних кислот з Китаю. Адже Китай на рівні зі США є лідером з виробництва кислот [3].

У Харкові є завод по виробництву ортофосфатної кислоти хімічного походження, яку не можна використовувати в харчовій промисловості, медицині, ветеринарії тощо.

Отже, у зв'язку з тим, що наразі відбувається дуже швидке зростання обсягів виробництва слабоалкогольних напоїв плодово-ягідного походження, можна запропонувати біосинтез органічних харчових кислот з відходів виробництва даної галузі промисловості.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є дослідження та підбір оптимальних умов біосинтезу органічних харчових кислот, таких як лимонна, молочна, оцтова та яблучна.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- виконати фізико-хімічні аналізи для визначення вмісту органічних харчових кислот під час бродіння;
- визначити найоптимальніші органічні харчові кислоти, які можна виділяти більш економічно вигідно;
- визначити доцільність виділення різних органічних кислот з одного субстрату.

Для досліджень брали відходи виробництва яблучного (зразок №1) та яблучно-малинового (зразок №2) сидру. Бродіння проводилося 8 діб. В перший день вносили бактеріологічну закваску Симбілакт.

Фізико-хімічні дослідження проводилися в 1-2 день бродіння, всередині процесу бродіння (4-5 день) та наприкінці біосинтезу на 7-8 день.

Визначення вмісту лимонної кислоти проводилося за реакцією Деніже, молочної – за реакцією Уффельмана, оцтової – методом титрування гідроксидом натрію з індикатором фенолфталеїну до зміни кольору, яблучної – за методом Г.Ергенсона [4, 5].

**Результати роботи.** Для накопичення органічних кислот використовували відходи виробництва плодово-ягідного напою сидр.

Біосинтез проводили за технологічною схемою (рис.1), яка включає такі основні стадії, як: зброджування розчину комплексом мікроорганізмів, фільтрація, осадження лимонної та оцтової кислот, додавання лактозно-фруктозного сиропу, фільтрація, осадження яблучної та молочної кислот, відділення солей кислот від рідини, розчинення солей кислот сірчаною кислотою, очищення від сторонніх домішок, упарювання органічних кислот, фасування.

Технологічну схему розроблено на основі класичної схеми виділення органічної молочної кислоти [6].

Отримано дані щодо вмісту кожної органічної кислоти в досліджуваних зразках в процесі біосинтезу (табл.1). В якості сировини використовували відходи виробництва сидру яблучного (зразок №1) та яблучно-малинового (зразок №2).

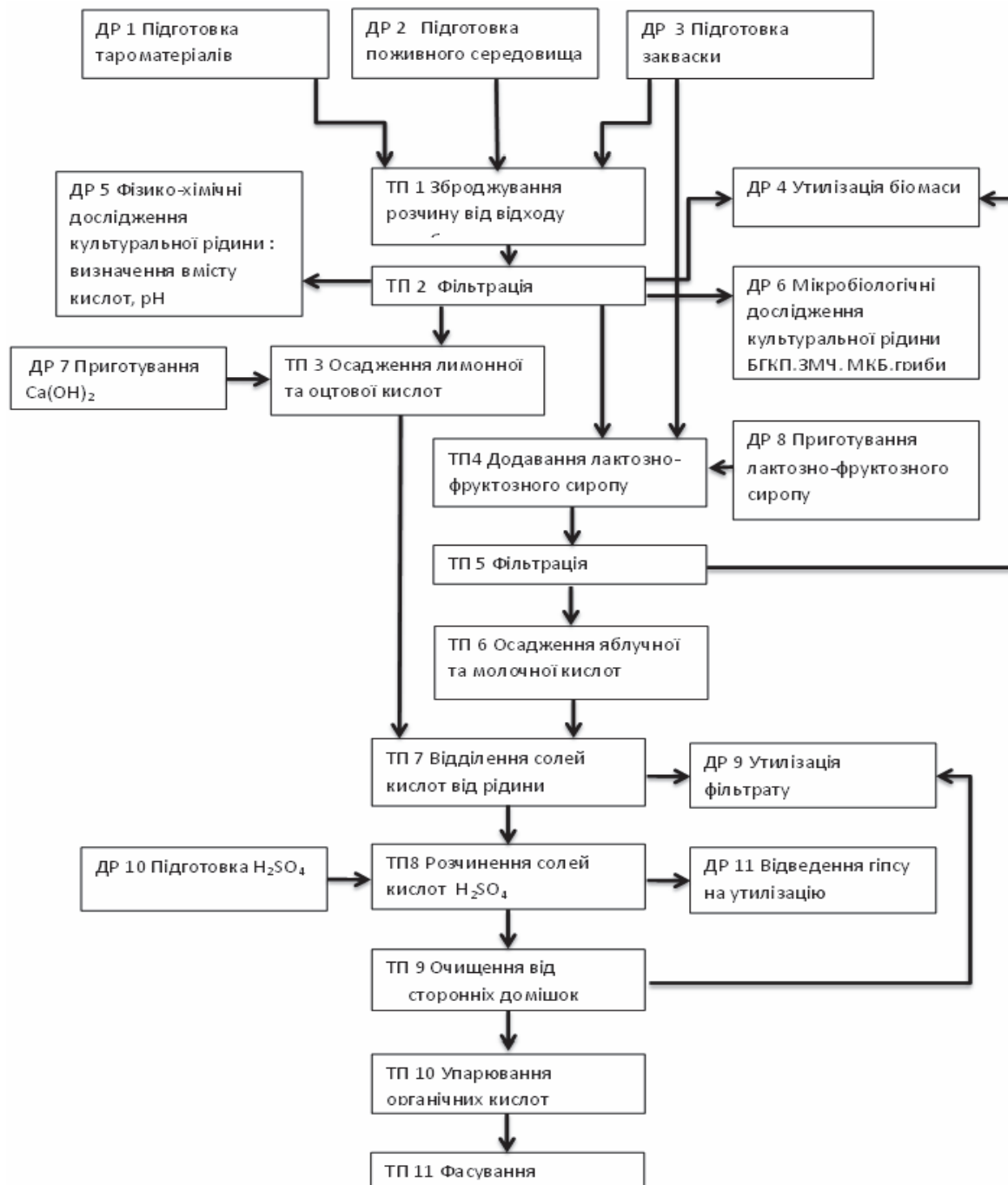


Рисунок 1 – Технологічна схема процесу отримання органічних кислот

На основі результатів дослідження побудовано діаграму водневого показника в досліджуваних зразках в залежності від часу біосинтезу (рис.2).

Проаналізувавши дані, наведені на рис.2, зрозуміло, що усі зразки мають кисле середовище, адже під час бродіння відбувається активне накопичення органічних харчових кислот за циклом трикарбонових кислот. Спостерігається плавне збільшення значення рН в обох зразках. Також можна порівняти досліджувані зразки між собою.

Таблиця 1 – Вміст органічних кислот в залежності від часу біосинтезу

Показники	Зразки					
	На початку (1-2 день)		Всередині (4-5 день)		Наприкінці (7-8 день)	
	№1	№2	№1	№2	№1	№2
Лимонна кислота, %	8,6	18,2	9,2	12	10	7,4
Молочна кислота, %	0,99	1,59	2,51	1,89	3,85	2,54
Оцтова кислота, %	7,69	6,97	13,6	19,7	22,1	32,2
Яблучна кислота, %	1,8	2,2	0,84	1,03	0,16	0,14

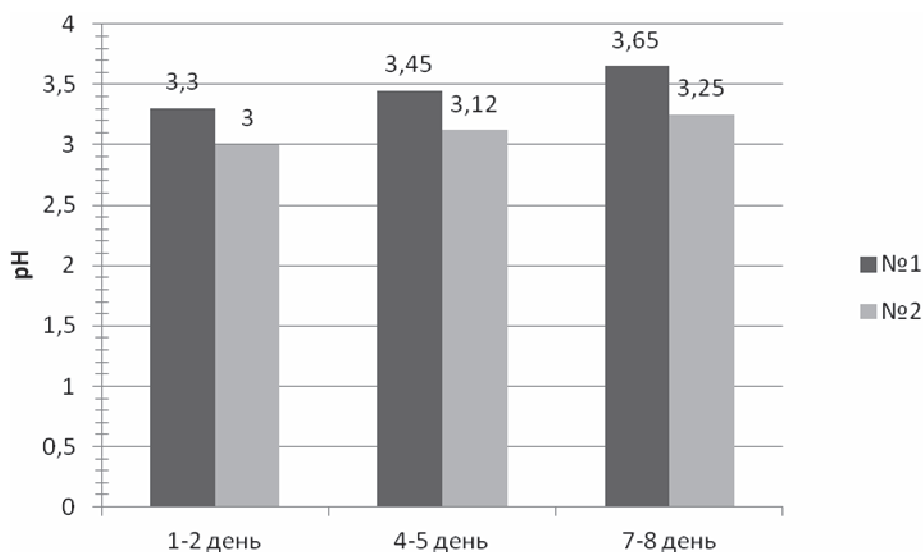


Рисунок 2 – Залежність водневого показника досліджуваних зразків в залежності від часу біосинтезу

Зразок №1 має більш високі значення рН в порівнянні зі зразком №2. Це дозволяє нам зробити висновки щодо зразка №2, тобто в цьому зразку відбувається більш інтенсивне накопичення харчових кислот.

З табл.1 видно, що максимальне накопичення оцтової кислоти відбувається в обох зразках сировини. Також високе значення має лимонна кислота. Це пояснюється тим, що накопичення кислот відбувається за циклом трикарбонових кислот, тобто цикл умовно завершується накопиченням оцтової кислоти.

Також ми можемо відмітити, що концентрація яблучної кислоти постійно знижується, особливо наприкінці дослідження. Це відбувається у зв'язку з тим, що яблучна кислота є попередньою кислотою перед оцтовою, а внаслідок того, що ми не вносимо додаткові порції поживного середовища, молочнокислі мікроорганізми наприкінці циклу не мають достатньої кількості поживних речовин для подальшого накопичення кислот. Тому в результаті переходу яблучної кислоти в оцтову відбувається високе накопичення останньої.

**Висновки.** На основі використання відходів виробництва плодово-ягідних слабоалкогольних напоїв можна синтезувати оцтову та лимонну кислоти.

Встановлено, що використання відходів виробництва плодово-ягідних слабоалкогольних напоїв доцільно використовувати для виробництва органічних харчових кислот для застосування в харчовій промисловості.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук: навч. посіб. / Ю.О.Ластухін. – Л.: Нац. ун-т «Львівська політехніка» – Інтеллект-Захід, 2005. – 560с.
2. Пат. 2268304 РФ, С12Р7/56,С12N1/19. Способ микробиологического синтеза молочной кислоты и рекомбинантный штамм дрожжей *Schizosaccharomyces pombe* для его осуществления / Синеокий С.П., Вустин М.М., Агранович А.М., Райнина Е.И.; заявитель и патентообладатель Федер. гос. унитарное предприятие „Гос. н.-и. ин-т генетики и селекции пром. микроорганизмов” (ФГУП ГосНИИгенетика). – Заявл. 24.06.04; опубл. 20.01.06.
3. Практикум по микробиологии: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / А.И.Нетрусов, М.А.Егорова, Л.М.Захарчук и др.; под ред. А.И.Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 608с.
4. Малышева Ю.Б. Идентификация органических веществ: электронное уч. пособ. / Малышева Ю.Б., Федоров А.Ю., Старостина Т.И. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 34с.
5. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: підручник / Пирог Т.П. – К: НУХТ, 2004. – 471с.
6. Пат. 2186850 РФ, С12Р7/48, С12N1/14, С12N9/14, С12N9/28, С12N9/30, С12N9/34, С12Р7/48, С12R1:685. Способ получения лимонной кислоты / Шарова Н.Ю., Мушеникова Л.Н., Позднякова Т.А., Никифорова Т.А.; заявитель и патентообладатель Гос. учреждение Всерос. н.-и. ин-т пищевых ароматизаторов, кислот и красителей РАСХН. – № 2000110097/13; заял.19.04.00; опубл. 10.08.02.

Надійшла до редколегії 18.12.2017.

УДК 504.174.2

АНАЦЬКИЙ А.С., к.т.н., доцент  
ФІЛМОНЕНКО О.Ю., ст.викладач  
ФІЛОНЕНКО А.О., магістр  
КАЛНИШ В.О., магістр

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БІОДЕГРАДАЦІЇ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

**Вступ.** В Україні щорічно на території сільськогосподарських підприємств, тваринницьких комплексів і птахоферм утворюються різні види відходів рослинного і тваринного походження, які потенційно підлягають утилізації, їх кількість становить близько 109 млн. тонн, з них 29 млн. тонн припадає на тваринництво і птахівництво, 80 млн. тонн – на рослинництво [1].

Згідно з наявними даними обсяг поживних речовин, що містяться у всіх рослинних відходах, еквівалентний 704 тис. тонн азоту, 320 тис. тонн фосфору і 640 тис. тонн калію.

Складність реалізації інженерно-технічних задач вилучення, транспортування та обробки відходів висунула проблему створення ефективних способів корисної утиліза-