

яблучний сік, що володіє, крім добрих органолептичних якостей, тонізуючими та адаптаційними властивостями і харчову добавку – моногідрат лимонної кислоти.

Біологічно активні речовини, що вводяться в напої, забезпечують не тільки органолептичну цінність, а й надають напою додаткові фізіологічні властивості. Завдяки введенню до складу напоїв різноманітних за хімічним складом зернопродуктів, наступні збагачуються додатковими мікронутрієнтами, що підвищують імунітет і підсилюють адаптаційні можливості організму людини, наприклад таких як мікроелементи.

В експерименті з введенням смакових збагачувачів – яблучного соку та лимонної кислоти готували напої з наступним складом: гідратовані фулерени у воді, яблучний сік (25 %), лимонна та янтарна кислоти, водорозчинний каротин. Сироп вводили у зразки напоїв у кількості від 1 % до 4 % до загального обсягу. Лимонну кислоту вводили у зразки напоїв у кількості – 0,1 %. Введення яблучного соку та лимонної кислоти дозволило покращити загальну смакову гаму напоїв. Для стабілізації іонів двовалентного заліза, що міститься в яблучному соку, були використані різні концентрації лимонної кислоти: 0,1, 0,2, 0,3 та 0,4 %. Органолептичну оцінку якості свіжоприготованих негазованих напоїв здійснювали за 5-бальною шкалою наступних показників: зовнішній вигляд, колір, смак.

З метою збереження в готовому напої вітамінів, ароматичних речовин й інших біологічно активних компонентів, було використано холодний спосіб купажування. Купаж готували слідуючим образом: в закритий резервуар, оснащений мішалкою послідовно вводили концентрований яблучний сік, після чого при енергичному розмішуванні вводили ІЧВ зерно продукти (піддані інфрачервоному випромінюванню) і профільований розчин гідратованих фулеренів з бурштинової кислотою. Вивчення мінерального складу свідчить, що напій є джерелом важливих мінеральних елементів: кальцію (7,6 мг), натрію (4,5 мг), фосфору (27 мг), магнію (8,5 мг), заліза (0,6 мг).

Оптимальною є система «ЕСО ячмінь + сік яблука з м'якоттю + яблучний напій + цукор + янтарна кислота + гідратовані фулерени», з концентрацією ЕСО продукту 5 %, соку з м'якоттю 25 %, цукру 10 %, янтарної кислоти 0,3 % та гідратованих фулеренів 5 %.

Таким чином, експериментально визначено, що в технології безалкогольних напоїв доцільним є використання борошна зерен екопродукту – ячменю в якості структуроутворювача, янтарної кислоти в якості профілактичної добавки проти захворювань організму та гідратованих фулеренів в якості структуроутворювача системи з антимікробними та антиоксидантними властивостями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Garrett Owen W., Whipker B. // Abstracts of Michigan State University Extension. 2019. 2: 245-253.
2. Беличенко А.М. // Пиво та напої. 2007. 3: 11-13.
3. Гореликова Г.А. // Харчова промисловість. 2003. 11: 70-73.

МОДЕЛЬ МОНО ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КІНЕТИКИ РОСТУ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЯКІ ПРОДУКУЮТЬ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ

Є.Б. Январьов¹, В.В. Гавриляк²

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

¹ аспірант, yehor.b.yanvarov@lpnu.ua

² професор, viktoria.v.havryliak@lpnu.ua

Поверхнево-активні речовини широко застосовуються у різних галузях промисловості. Це пов'язано з їх особливою здатністю зменшувати поверхневий натяг між двома фазами [1].

Синтетичні поверхнево-активні речовини негативно впливають на навколишнє середовище, оскільки їх отримують переробкою нафтопродуктів. Виробництво синтетичних ПАР призводить до забруднення навколишнього середовища та супутніх екологічних збитків.

Біосурфактанти є екологічною альтернативою синтетичним ПАР [2]. У 2021 році обсяг світового ринку біосурфактантів оцінювали в 4,8 млрд доларів США, а за прогнозами економістів до 2026 року він зросте до 6,3 млрд доларів США, із середнім темпом зростання 5,5 % за рік [3]. Таке зростання обумовлене тим, що біоПАР не чинять згубного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей, хоча їх виробництво має певні перешкоди, оскільки є складнішим та дорожчим. Пошук чинників, які могли б здешевити виробництво біосурфактантів є актуальною задачею на сьогоднішній день, оскільки дозволить знизити кількість синтетичних ПАР на ринку.

Мета дослідження полягала в оцінюванні кінетики росту мікроорганізмів *Bacillus spp.*, здатних продукувати біогенні поверхнево-активні сполуки за допомогою моделі Моно.

Матеріали і методи дослідження: для побудови кінетичної моделі росту бактеріальних клітин на середовищі з різним вмістом гліцеролу, як джерела Карбону, використовували модель Моно.

Ця кінетична модель має ключову перевагу, оскільки дозволяє спрогнозувати реакцію системи на зміни внутрішніх або зовнішніх умов. Такий підхід також є корисним для вирішення практичних завдань, зокрема, оптимізації процесів або розробки нових технологій у біотехнології, сільському господарстві, медицині та інших сферах.

Моделювання проводили за допомогою мови програмування Python. Візуалізацію результатів здійснили за допомогою бібліотеки Matplotlib.

Результати дослідження.

Рівняння Моно – це математична модель, яку використовують для опису кінетики росту мікроорганізмів, зокрема бактерій, в умовах обмежених ресурсів. Це рівняння допомагає передбачити, як швидко мікроорганізми будуть рости в залежності від концентрації поживних речовин у середовищі.

Результати, отримані на основі експериментальних і змодельованих даних, показують, що максимальна швидкість росту клітин *Bacillus spp.* залежить від концентрації гліцеролу в середовищі. При концентрації гліцеролу у середовищі культивування в межах 30-40 г/л спостерігається інтенсивний ріст мікроорганізмів, проте при подальшому збільшенні концентрації гліцеролу ріст бактерій сповільнюється, що, ймовірно, обумовлено процесами старіння та загибелі клітин.

Отримані результати показали, що культура *Bacillus spp.*, яка росте на вище згаданих середовищах, продукує біосурфактанти в кількостях, що коливаються від 1,05 % до 1,47 %. Визначено, що максимальна концентрація біогенних поверхнево-активних сполук досягається на 8-му добу культивування.

Висновок: враховуючи те, що отримані результати представляють практичний інтерес, необхідно продовжити дослідження з пошуку чинників, які би мали істотний вплив на ріст клітин *Bacillus spp.* та їх здатність ефективно синтезувати поверхнево-активні речовини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Yanvarov Ye.B., Havryliak V.V. // *Biotechnologia Acta*. 2022. 15(6): 26–35.
2. Nagtode V. S., et al. // *ACS Omega*. 2023. 8(13): 11674–11699.
3. Muthaiyan Ahalliya R., et al. // *Multifunctional Microbial Biosurfactants*. 2023: 495–511.