

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОЛОКА

Жила В. І., к.т.н., проф., e-mail: viz.10@ukr.net

Задорожна В. М., аспірант, e-mail: verazadorozna@meta.ua

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Інтерес до вивчення дії випромінювання на компоненти та мікрофлору харчових продуктів обумовлено перспективою їх направленою використання для поглибленого регулювання властивостей продуктів, які отримуємо. Відомо, що в цілому випромінювання може приводити до фототрансформації структурно-функціональної організації метаболічних систем більшості мікроорганізмів, здійснювати вплив на біополімерні білки та нуклеїнові кислоти, а також на вітамінний склад молока.

Зміни, які відбуваються під дією випромінювання в бактеріях та нижчих організмах, відбуваються у три стадії: збудження та підсилення дії, початок деструктивних змін, загибель клітини в результаті фотохімічних процесів. Відомо, що крива бактерицидної ефективності, наприклад оптичного випромінювання з довжиною хвилі в синій області спектру відповідає спектру поглинання нуклеїнових кислот, тобто мішенню променів є молекули ДНК [1].

Незважаючи на значний обсяг матеріалів досліджень в цій області, остаточні висновки про механізми дії випромінювання на перераховані вище показники роботи зарано, а дослідження необхідно продовжувати.

Мета досліджень. Визначення впливу низькоінтенсивного лазерного випромінювання з довжиною хвилі 404, 445 нм на технологічні властивості молока для підвищення енергоефективності процесу обробки молока.

Основні матеріали досліджень. Найчутливішою до дії оптичного випромінювання синього діапазону є поділ клітин молока, причому, опромінення при певних дозах викликає не тільки зупинку поділу біля 90 % бактеріальних клітин, але й подальшу активізацію цих процесів. Враховуючи недоступність лазерного випромінювання масового застосування та результати опублікованих досліджень [2], було проведено опромінювання проб заквасок лактобактерій, пропіоновокислих бактерій низькоінтенсивним лазерним випромінюванням з довжиною хвиль 404 нм, 445 нм, 630 нм та 670 нм (рис. 1) [3]. Для оцінювання результатів обробки був задіяний вимірювальний комплекс, до складу якого увійшли: інтерференційно-поляризаційний мікроскоп типу *MPI-5*, цифрова відеокамера з виходом *on-line* на комп'ютер та в інтернет (рис. 1).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд вимірювального комплексу.

Умови досліді:

- максимальна потужність випромінювання – 50 мВт;
- ширина щілини випромінювання – 10 нм;
- час опромінювання – 5, 10, 20 с;
- основна похибка вимірювання – $\pm 5,0$ %;
- температура молока – +21 °С.

Вимірювання проводилось до опромінювання та через кожні три години бродіння.

Результати дослідження показали, що лазерне опромінення проб молока із заквасками біфідокомплексу, особливо на початковому етапі фази експоненціального росту числа

бактерій, викликає суттєве збільшення швидкості поділу клітин. При цьому найбільший відгук та збільшення швидкості розмноження бактерій спостерігалось для фіолетового діапазону. Результати дослідження через 6 годин наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Число бактерій в полі зору мікроскопу після 6 год. інкубації опромінених проб

Довжина хвилі, <i>нм</i>	670	630	445	405
Контроль	1100	1100	1100	1100
5 с опромінення	2200	1200	-	3100*
10 с опромінення	1800	1100	-	5800*
20 с опромінення	1000	1100	1300	9200**

*- $p < 0,1$, **- $p < 0,05$.

Фото концентрацій лактобактерій показані на рис. 2.

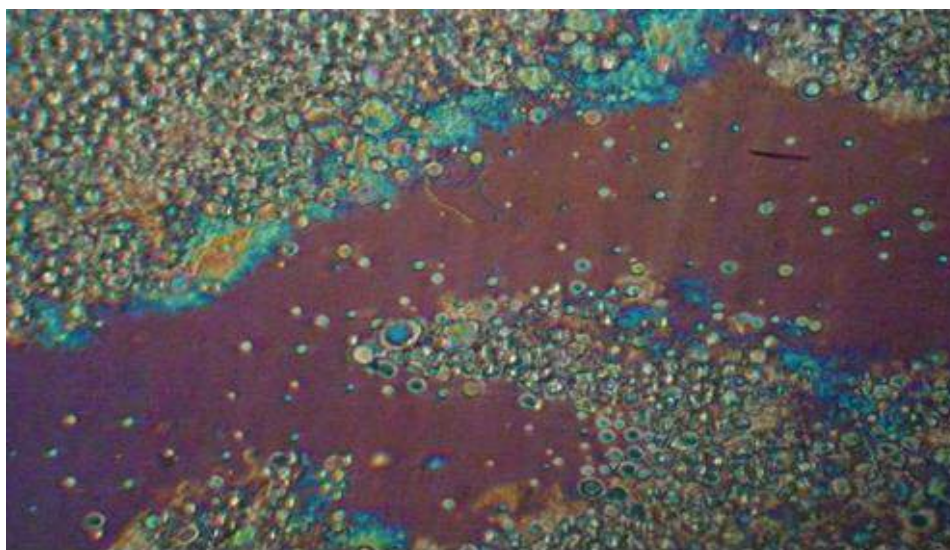


Рисунок 2 – Фото кількісних змін молочнокислих бактерій після 6 год. бродіння при опромінюванні фіолетовим лазером з довжиною хвилі 405 нм

Опромінення дослідних проб низькоінтенсивним лазерним випромінюванням (мах. потужність 50 мВт) з довжиною хвилі 405 нм впродовж 5 с, на початковому етапі експоненціального росту клітин, збільшувало число бактерій у полі зору мікроскопу через 6 год. інкубації в 2,8 разів, 10 с – 5,3 рази, а 20 с – майже у 8,4 рази із 1100 до 9200 шт.

Висновок. Таким чином, застосування низькоінтенсивного лазерного випромінювання з довжиною хвилі 405 нм, дозволяє створювати енергоефективні економічно вигідні технологічні процеси збродування свіжого молока.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Akshay Kumar Anugu Microbial inactivation and allergen mitigation of food matrix by pulsed ultraviolet light [електронний ресурс]. – 2013. Режим доступу: <http://ufdc.ufl.edu/UFE0045406/00001> .
2. New methods for UV treatment of milk for improved food safety and product quality / D. J. Reinemann [et al.] // ASABE paper no. 066088. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE), St. Joseph, MI. – 2006.
3. Кіпенський А. В. Лазер і здоров'я. / А. В. Кіпенський, Л. Я. Васильєва-Лінецька, В. Вуйцік, Н. І. Заболотна, та ін. Харків: «Міська друкарня», 2024. 387 с.