

ПОРІВНЯННЯ РАДІОМЕТРИЧНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО ПОКАЗНИКІВ МІКРОФЛОРИ

*Перегудов С. М., к.т.н., доц.; Ступаренко А. В., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Останнім часом методи НВЧ радіометрії все частіше застосовуються у різних галузях народного господарства і науки. Покращення характеристик радіометричних систем (РС) і, перш за все, чутливості, підвищує їх спроможності, особливо в області біомедичних застосувань, одним з яких є оцінка стану біологічних об'єктів [1]. Однією з причин такої можливості, на наш погляд, є екзотермічний характер біохімічних процесів, що супроводжують життєдіяльність організмів. Наприклад, показник щільності популяції бактерій у рідкому середовищі відповідає певному значенню інтенсивності електромагнітного випромінювання (ЕМВ), що реєструється радіометричними засобами [2]. Це може пояснюватись тим, що джерелом енергії, потрібної для розмноження мікроорганізмів, є анаеробне окислення вуглеводів. Причому лише частина створеної енергії акумулюється біоструктурами, інша перетворюється у тепло та поглинається навколишнім середовищем, в тому числі через ЕМВ різних частот. Таким процесом, зокрема, є молочнокисле бродіння, перебіг якого досить добре вивчені (див., наприклад, [3]). Тому відомі кількісні показники можна порівняти з результатами вимірювання інтенсивності ЕМВ радіометричними засобами.

Проте, їх вибір за частотним діапазоном значною мірою залежить від експериментального зразка та оточуючого середовища. Отже використання приймачів інфрачервоного діапазону ускладнюється через значні завади, що утворюються розташованими поблизу нагрітими об'єктами, вплив яких важко врахувати. При застосуванні РС см- та дм-діапазонів слід враховувати багатократні відбиття ЕМВ від меж розділу різних середовищ через його високу проникну здатність для цих діапазонів. Тому, на погляд авторів, більш доцільним є реєстрація випромінювання у мм-діапазоні.

Метою даної роботи було порівняння спектральної щільності потужності шумового випромінювання (СЩПШ) мм-діапазону, як радіометричного показника стану мікрофлори, з її кількісними показниками, відомими з літератури. Тобто перевірити, чи можливе застосування радіометричного методу як безконтактного засобу контролю динаміки розвитку мікрофлори, а також перебігу інших екзотермічних процесів.

Об'єктом дослідження був процес молочнокислого бродіння, а предметом – інтенсивність ЕМВ, що його супроводжує, яку в умовах експерименту зручніше виразити через СЩПШ.

В роботі досліджувались 3 експериментальних зразки з молоком та 3 контрольних зразки з дистильованою водою. Дослідження проводились протягом 20 діб, а зразки зберігались при кімнатній температурі, а перед вимірюваннями протягом 1 години нагрівались у термостаті до $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$. Вимірювання СЦПШ кожного експериментального зразка проводилось за допомогою високочутливої радіометричної системи на частоті 45 ГГц. Для зменшення випадкової складової похибки вимірювань використані багатократні спостереження, проте час одного вимірювання не перевищував 20 с.

За визначеними середніми величинами СЦПШ для експериментальних (p_E) та контрольних (p_K) зразків розраховувалась надлишкова СЦПШ ($p = p_E - p_K$), яка нормувалась до власного максимального значення p_{\max} . Проведено порівняння отриманих залежностей $p(t)/p_{\max}$, як радіометричного показника стану молочнокислої мікрофлори, зі зміною у часі загальною кількістю бактерій $N(t)$ за даними [3] для фази змішаної мікрофлори (рис.1) і фази молочнокислих бактерій.

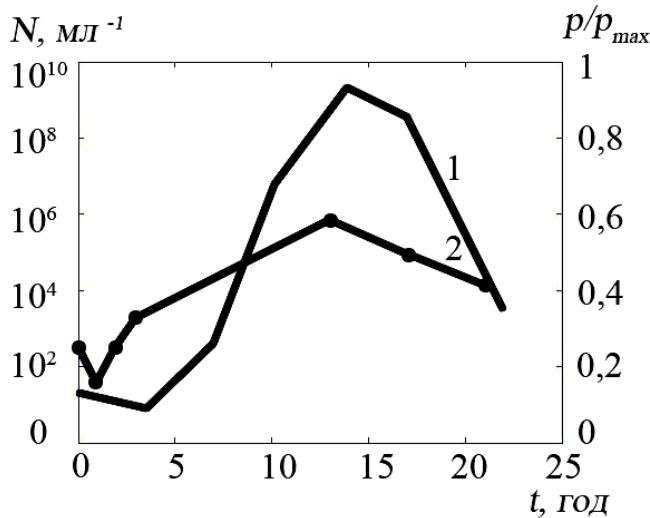


Рисунок 1 – Зміна щільності популяції та СЦПШ випромінювання у фазі змішаної мікрофлори: 1 – $N(t)$ крива зміни у часі загальної кількості бактерій за даними [3]; 2 – p/p_{\max} крива зміни у часі надлишкової СЦПШ, нормованої до власного максимального значення.

Визначені коефіцієнти кореляції між $p(t)/p_{\max}$ та $N(t)$ складають відповідно 0,70 та 0,60. Це свідчить про достатньо добрий збіг радіометричного та кількісного показників мікрофлори та підтверджує можливість застосування та точність радіометричного методу як безконтактного способу контролю динаміки розвитку мікрофлори, а також перебігу інших екзотермічних процесів.

Автори вдячні проф. Яненко О.П. за цінні поради та надання можливості проведення досліджень в лабораторії мікрохвильової радіометрії та НВЧ вимірювань, яку він очолює.

Перелік посилань

1. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов / [Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф., Манойлов В.Ф. и др.]; под общ. ред. Ю.А. Скрипника. – Житомир, 2003. – 408с.
2. Перегудов С. М. Радіометричний метод оцінки щільності популяції

мікроорганізмів / Перегудов С. М., Ступаренко А. В. // Міжнародна науково-техн. конф. "Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи". Київ, 20-26 березня 2017 р.: матеріали конференції – Київ, 2017. – С. 209-211.

3. Степаненко П. П. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебник/ П.П. Степаненко. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас-Подмосковье», 1999. – 415 с.

Анотація

Робота присвячена радіометричному методу контролю стану мікрофлори рідкого середовища. Проведено порівняння інтенсивності власного випромінювання популяції мікроорганізмів з кількісними показниками і отримана достатньо сильна кореляційна залежність між ними.

Ключові слова: радіометричний метод, власне випромінювання, мікрофлора.

Аннотация

Работа посвящена радиометрическому методу контроля состояния микрофлоры жидкой среды. Проведено сравнение интенсивности собственного излучения популяции микроорганизмов с количественными показателями и получена достаточно сильная корреляционная зависимость между ними.

Ключевые слова: радиометрический метод, собственное излучение, микрофлора,

Abstract

This work is devoted to the radiometric testing method of the microflora state for the nutrient fluid. Intensity of the microorganisms own radiation is compared to the quantitative indexes. It is found the enough cross-correlation dependence between them.

Keywords: radiometric method, own radiation, microflora.