

УДК 547.915:392

С.В. Горобець, В.С. Підгорський*, О.Ю. Горобець,
Ю.Н. Пенчук***, О.В. Живодер******

ПНДЛ Українського державного університету харчових технологій,

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного,

**Інститут магнетизму НАН України,

***Український державний університет харчових технологій,

****НДЧ Сумського державного університету

ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ РІЗНОМАНІТНИХ КУЛЬТУР ДРІЖДЖІВ У ВИСОКОГРАДІЄНТНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ

© Горобець С.В., Підгорський В.С., Горобець О.Ю., Пенчук Ю.Н., Живодер О.В., 2001

Досліджено поведінку таких видів дріжджів, як *Rhodotorula glutinis*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae* у високоградієнтному магнітному полі. Виявлено, що дріжджі створюють потоки в розчинах солей KNO_3 і $CoSO_4$ у високоградієнтному магнітному полі.

Behavior of the following kinds of yeast's is investigated in a high gradient magnetic field: *Rhodotorulla glutinis*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae*. It is revealed that the yeast's create flows in solutions of salts KNO_3 and $CoSO_4$ in a high gradient magnetic field.

Протягом багатьох років вивчається вплив постійних, змінних і імпульсних магнітних полів на мікроорганізми. Існує багатий експериментальний матеріал як щодо прискорення, так і уповільнення росту різноманітних видів мікроорганізмів у постійному магнітному полі залежно від параметрів: розміру, градієнта, тривалості впливу, фази росту мікроорганізмів, на які впливають зовнішнім магнітним полем, віку мікроорганізмів тощо [1–3]. Вивчення впливу магнітного поля на мікроорганізми не втратило своєї актуальності, тому що існує багато галузей промисловості, у яких зміна властивостей мікроорганізмів за допомогою магнітних полів може мати багатообіцяюче застосування. Наприклад, у харчовій промисловості необхідний пошук нехімічних засобів збільшення термінів збереження харчових продуктів, тому що використання консервантів найчастіше призводить до погіршення властивостей харчових продуктів і негативного впливу на здоров'я споживачів. Для очищення стічних вод існують промислові технології застосування мікроорганізмів, що активно сорбують важкі метали [4, 5]. Крім того, мікроорганізми широко використовуються для одержання різноманітних продуктів й препаратів для народного господарства і медицини. Тому зміна властивостей мікроорганізмів під впливом магнітних полів становить великий практичний інтерес. З іншого боку, вивчення поведінки мікроорганізмів у магнітному полі відображає їх властивості (наприклад, вік, ступінь життєдіяльності тощо) [1, 2] і, отже, визначення розбіжностей поведінки мікроорганізмів у магнітному полі може бути експрес-методом визначення їх внутрішніх біологічних характеристик. Тому питання вивчення особливостей поведінки різноманітних культур дріжджів у високоградієнтному

магнітному полі, яке і розглядає ця робота, є актуальним і має не тільки фундаментальне значення, але й у майбутньому може бути використане для розв'язання практичних задач. Це питання є цілком новим як за постановкою, так і за отриманими результатами, оскільки нове фізичне явище [7, 8] покладено в основу вивчення поведінки дріжджів у високоградієнтному магнітному полі.

У попередніх роботах [7, 8, 10] нами вивчені стаціонарні потоки модельної рідини, що виникають в околі феромагнітних насадок різної форми (голки, циліндри, кульки) під дією високоградієнтних магнітних полів [8]. Як модельні рідини використовувалися суміші розчинів солей, кислот, лугів і культуральних рідин, що містять мікроорганізми.

Ми досліджували поведінку дріжджів, поміщених у кювету, заповнену модельною рідиною, у високоградієнтному магнітному полі, створеному при вмиканні зовнішнього постійного однорідного магнітного поля залізною кулькою, що знаходиться в центрі кювети.

Металеві кульки, виготовляли за методикою [9] із металевого дроту діаметром 0,3 мм, що у своєму складі містить такі метали: залізо (Fe), хром (Cr), марганець (Mn), ванадій (V). Діаметри кульок становили – 0,05–0,1 мм.

20%-ті розчини солей сульфату рубідію (Rb_2SO_4), сульфату кобальту ($CoSO_4$), нітрату кобальту ($Co(NO_3)_2$), нітрату калію (KNO_3) і нітрату натрію ($NaNO_3$) [10] були використані як модельні рідини. Як індикатор руху рідини застосовували неферомагнітні дрібнодисперсні частинки.

Для дослідів були використані дріжджі: *Phodotorula glutinis*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, одержані з музею культур кафедри біотехнології мікробного синтезу Українського державного університету харчових технологій.

Дріжджі вирощували за методикою [11] на сусло-агарі протягом двох діб при температурі 25–28 °С. Концентрація внесених у розчин солі клітин дріжджів становила 104–105 кл/мл (концентрація клітин визначалася нефелометрично).

Дослідження проводили на установці, яка аналогічна тій, що описана в роботі [6]. Установка складається з постійного електромагніта, мікроскопа і відеокамери, сполученої з комп'ютером. Збільшення оптичної системи становить 140–300 разів. Феромагнітна кулька розміщувалася в кюветі з плексигласу, що має прозоре дно, через яке освітлювався за допомогою освітлювального пристрою робочий об'єм кювети. Товщина кювети 5 мм, діаметр камери, у якій вноситься суспензія, 8 мм. Зверху і знизу кювету було закрито покривними скельцями завтовшки 0,7 мм. Кювету із суспензією дріжджів вносили в постійне однорідне магнітне поле напруженістю 2000 Е.

Було показано, що при вмиканні зовнішнього магнітного поля дріжджі *Rhodotorula glutinis* рухаються в околі феромагнітної кульки. У штамів дріжджів, які належить до видів *Trichosporon cutaneum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, рух не виявлений.

Було зроблене припущення, що рух дріжджів *Rhodotorula glutinis* у високоградієнтному магнітному полі може бути пояснено наявністю в цих дріжджів каротиноїдів.

Рух дріжджів *Rhodotorula glutinis* було вивчено докладніше.

Якщо клітини дріжджів *Rhodotorula glutinis* суспензувати у KNO_3 або $CoSO_4$ і помістити в кювету з кулькою діаметром 0,1 мм, увімкнути зовнішнє магнітне поле, то

виникають достатньо потужні потоки (рис. 1, а), що загасають упродовж 50–80 с. У випадку заміни клітин неферомагнітними частинками у цих же розчинах солей потоки не спостерігаються, а відбувається налипання частинок на кульку уздовж ліній зовнішнього магнітного поля (рис. 1, в).

При використанні розчину $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ із суспензованими в ньому дріжджами *Rhodotorula glutinis* виникають досить потужні потоки (рис. 1, б), спрямовані протилежно до потоків, що виникають у цих дріжджів, внесених у розчин KNO_3 .

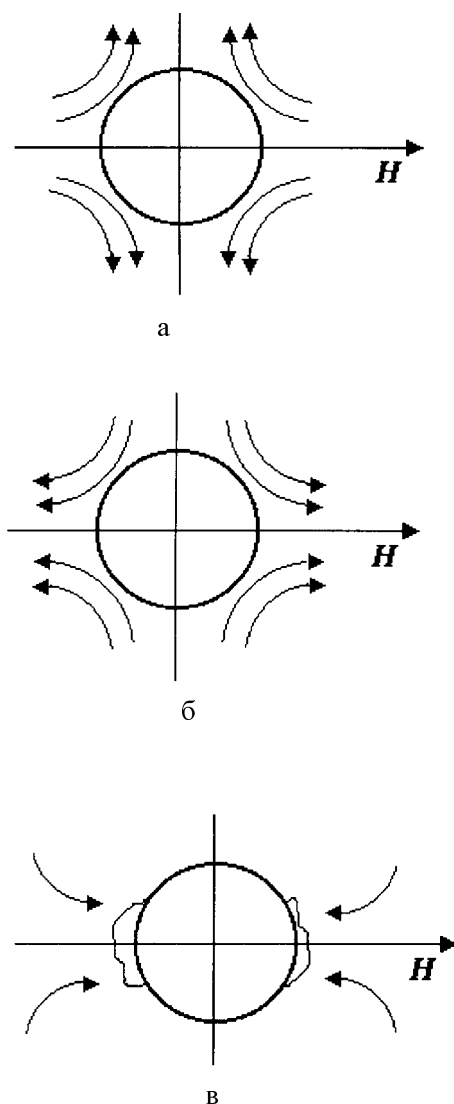


Рис. 1. Напрямок потоків модельної рідини з дріжджами *Rhodotorula glutinis* в околі феромагнітної насадки:
а – для солей KNO_3 і CoSO_4 ; б – для солі $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$; в – для солі Rb_2SO_4

Якщо на клітини дріжджів *Rhodotorula glutinis*, суспензовані в Rb_2SO_4 , впливати магнітним полем, то спостерігається слабке налипання дріжджових клітин на насадку уздовж ліній зовнішнього магнітного поля, як і у випадку з неферомагнітними частками.

У той же час у дріжджів *Rhodotorula glutinis*, поміщених у NaNO_3 , під впливом магнітного поля відсутній рух і не відбувається налипання. Це ж явище спостерігається при

проведенні експериментів із дистильованою водою як модельної рідини, в яку вносилися дріжджі *Rhodotorula glutinis*.

Потоки дріжджів *Rhodotorula glutinis* були відсутні при проведенні експериментів із усіма вищеописаними модельними рідинами, тільки з тією відмінністю, що поверхня залізної кульки була покрита прошарком ізолятора (лаку або клею).

Також досліджувалась тривалість і швидкість потоків залежно від концентрації електроліту (рис. 2). Досліди проводили з використанням розчину солі KNO_3 при концентраціях 1, 5, 10, 15, 20 і 24 %. При низьких концентраціях KNO_3 потоки продовжувалися достатньо тривалий час, тоді як поступове збільшення концентрації електролітів призводило до зниження тривалості потоків. Така ж залежність спостерігалася і для швидкості потоків (рис. 3).

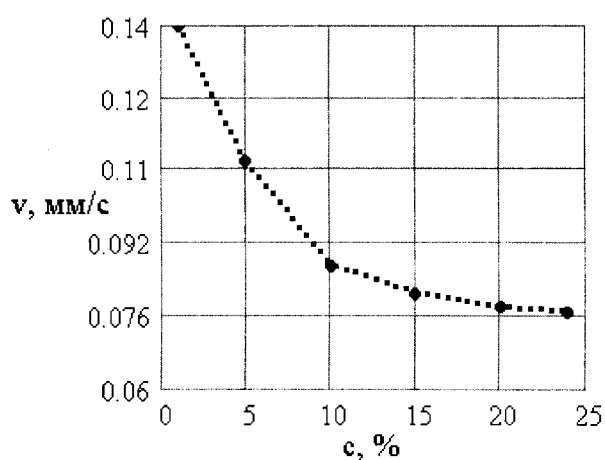


Рис. 2. Залежність швидкості потоків (v) від концентрації електроліту (c)

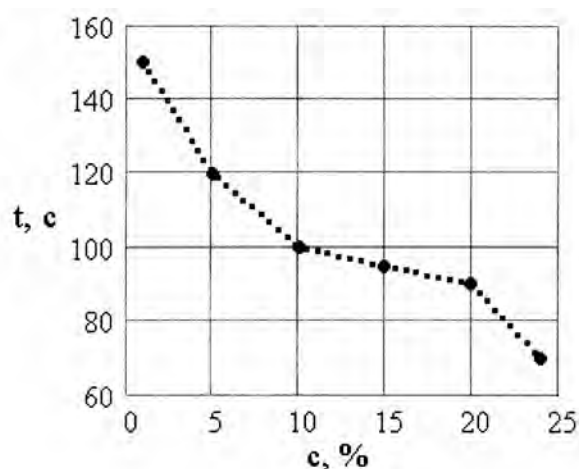


Рис. 3. Залежність тривалості потоків (t) від концентрації електроліту (c)

Отже, показано, що дріжджі виду *Rhodotorula glutinis* спроможні створити потоки в модельній рідині в градієнтному магнітному полі, тоді як досліджувані інші дріжджі, які належать до видів *Thrichosporon cutaneum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, таку спроможність не мають. Таке розходження в поведінці досліджуваних культур може бути пов'язане з тим, що дріжджі *Rhodotorula glutinis* рухаються в магнітному полі завдяки наявності каротиноїдного пігменту, а інші дріжджі цю здатність не мають, як і спроможність поглинати іони, дисоційовані в модельній рідині (електроліті). У літературі також є дані про спроможність поглинати іони важких металів культурами дріжджів *Rhodotorulla glutinis*, що містять каротин [12].

1. Цапин А.М., Самойлова О.П., Блюменфельд Л.А. Закономірності зміни магнітних характеристик клітин дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на різних стадіях росту культури // *Біофізика*. – Т. 34. – Вип. 4. – С. 630–633. 2. Алавердян Ж.Р., Акоюян Л.Г., Чарян Л.М., Айрапетян С.Н. Вплив магнітного поля на фази росту і спроможність молочнокислих бактерій // *Мікробіологія*. – 1996. – Т. 38. – № 2. – С. 241–244. 3. Потужні і надпотужні поля і їхнє застосування / Під ред. Ф. Херлаха. – М., 1988. – С. 180–254. 4. Верховцева Н.В., Глебова І.Н. Особливості накопичення заліза бактеріями за даними магнітних вимірів // *Біофізика*. – 1993. – Т. 38. – Вип. 1. – С. 150–153. 5. Таширеєв А.Б., Смірнова Г.Ф., Яновер

С.Б., Самчук А.І. Акумуляція важких металів мікробним сорбентом // Інститут мікробіології і вірусології НАН України. – К., 1997. – С. 70–79. 6. Горобець С.В., Пименов Ю.Н. Установка для візуалізації і дослідження ефективності роботи високоградієнтної феромагнітної насадки // Наука виробництву. – 1998. – № 4. – С. 28–31. 7. Горобець С.В., Мельничук І.О. Стаціонарні потоки рідини в окрузі феромагнітної голки в постійному магнітному полі // Вісн. Сумського державного університету. – 1999. – 2(13). – С. 25–28. 8. Горобець Ю.І., Горобець С.В., Пименов Ю.Н., Мельничук Й.А. Утворення стаціонарних потоків рідини в окрузі феромагнітної частки в постійному магнітному полі // Наук. вісн. МГА України. – 1998. – Вип. 3. – С. 70–73. 9. Пат. 24124 В 010 35/06 В 03 СІ/ЗО. Спосіб одержання металевих гранул / С.В. Горобець, Ю.Н. Пименов. – Опубл. 31.08.98. 10. Горобець С.В., Горобець О.Ю., Бандурка Н.П., Бондар Є.А., Горбачова Р.О. Вплив концентрації та розчин електролітів на параметри руху в околі феромагнітної кульки в постійному магнітному полі // Вісн. Сумського державного університету. – 2000. – № 19. – С. 172–175. 11. Слюсаренко Т.Г. Лабораторний практикум по мікробіології пищевих производств. – М., 1984. – 205 с. 12. Абдрашитов А.А. Микробиологическое концентрирование осмия: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Алма-Ата, 1999.