

УДК 628.16.08

**ПРИГНІЧЕННЯ РОСТУ КУЛЬТУРИ ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES
CEREVISIAE* ЗА ДОПОМОГОЮ НАДВИСОКОЧАСТОТНОГО
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

А. В. ПОШТАРЕНКО

Національний авіаційний університет, м. Київ

*Визначено вплив ЕМВ НВЧ на ріст клітин дріжджів культури *S. cerevisiae*. Встановлено смугу частот ЕМВ НВЧ поблизу 50–90 ГГц, опромінення якими призводило до пригнічення росту клітин дріжджів. За результатами досліджень встановлено, що вплив ЕМВ частотою 60 ГГц, тривалістю експозиції 5–15 хв та наступного інкубування у термостаті упродовж 24 годин призвело до зменшення кількості колоній на 50–60 %.*

Ключові слова: *Saccharomyces cerevisiae*, електромагнітне випромінювання, надзвичайно висока частота, дріжджі.

Вступ. Вивчення впливу електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону на фізіолого-біохімічні характеристики мікроорганізмів є актуальним і має як теоретичне значення для виявлення механізму впливу ЕМВ на біологічні організми, так і практичне для використання набутих знань у біотехнологічних виробництвах та для охорони навколишнього середовища і здоров'я людини. Можливість застосування електромагнітних хвиль у біотехнології очистки стічної води привертають увагу спеціалістів різних галузей.

Міліметрові хвилі ($\lambda=1-10$ мм), які відповідають надвисокочастотному (НВЧ) діапазону ($f=300$ МГц–30 ГГц) належать до слабких чинників довкілля. Його вплив на живі клітини не має однозначного підтвердження та пояснення [1].

Досі у дослідників, що займаються вивченням дії надвисокочастотного (НВЧ) випромінювання на мікроорганізми, немає єдиної точки зору на його механізм інактивації. Існують гіпотези про винятково тепловий механізм дії НВЧ-опромінення на біологічні об'єкти; не менш поширені уявлення про те, що крім теплових ефектів, при інактивації мікроорганізмів має місце специфічний вплив НВЧ-випромінювання на компоненти клітин. Електромагнітне поле впливає на заряджені частинки і струми, внаслідок чого енергія поля на рівні клітини перетворюється в інші види енергії. Атоми і молекули в електричному полі поляризуються, полярні молекули орієнтуються за напрямком поширення магнітного поля. В електролітах, якими є рідкі складові тканин, після впливу зовнішнього поля виникають іонні струми [2].

Нагрівання у НВЧ-полях можна застосовувати для теплової стерилізації у варіанті швидкої високотемпературної обробки [3].

Біологічні ефекти електромагнітного випромінювання (ЕМВ) НВЧ залежать від енергії (потужності) електромагнітних хвиль. За впливу цих хвиль на воду або інші водні середовища внаслідок поглинання хвиль у тонких приповерхневих шарах виникає складний конвективний рух рідини з підвищенням температури поверхні, що опромінюється. Такий ефект може мати велике значення у екології та біології [4, 5].

Електромагнітні біотехнології з очистки та знезараження стічних вод, ставлять за мету знищення патогенних бактерій та грибів. У технології виробництва хлібопекарських дріжджів вивчали можливість застосування фізичних методів для інактивації процесів росту дріжджових клітин.

Від частоти ЕМВ залежить прискорення або пригнічення росту і активності дріжджів [6]. На ефект від дії ЕМВ НВЧ впливають такі фактори як раса дріжджів, ступінь синхронізації культури, фаза клітинного циклу, температура, спосіб культивування та склад живильного середовища, тривалість опромінення, геомагнітний фон тощо [7, 8].

Метою роботи є дослідження дії ЕМВ НВЧ на ріст дріжджів *S. cerevisiae* залежно від частоти та тривалості дії електромагнітного випромінювання.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у лабораторних умовах з використанням культури дріжджів *S. cerevisiae*. Умови, в яких мешкають сахароміцети, бувають дуже різними. Дріжджі можуть викликати спиртове бродіння цукрів в анаеробних умовах, тобто при недостатньому доступі повітря. *S. cerevisiae* зброджують, в першу чергу, глюкозу, інші моно- і олігосахариди. Для дріжджів також характерний і аеробний метаболізм, тому при доступі повітря вуглеводи не зброджуються до спирту, а окислюються [9].

Сахароміцети широко використовуються у хлібопеченні (хлібопекарські дріжджі), пивоварінні (пивоварні дріжджі) та виноробстві, виробництві квасу, сидру. Шляхом дистиляції зброженого сусла отримують міцні алкогольні напої. Найчастіше використовують дикі форми або культурні раси *Saccharomyces cerevisiae*. Цей вид у літературі називають «пивні» або «пекарські» дріжджі, хоча в пивоварінні використовуються і інші види [10].

Оптимальна температура життєдіяльності *S. cerevisiae*, які використовуються в харчовій промисловості 25–30 °С [11].

Із культури сахароміцетів була приготована суспензія дріжджових клітин з концентрацією $120 \cdot 10^5$ клітин/см³. Опромінення проводили у пробірках на 20 см³. Об'єм зразків суспензії дріжджових клітин становив 10 см³. Контрольні зразки суспензії культури *S. cerevisiae* опроміненню не піддавали.

Джерелом ЕМВ НВЧ слугував генератор «Ораторія–IV» з робочим діапазоном частот 57–65 Гц. Випромінювання за допомогою рупорної антени подавалось на дно пробірки з дріжджовою суспензією. Розрахункова щільність потужності становила 20–50 мкВт/см². Для кожного зразка суспензії дріжджових клітин встановлювали частоту ЕМВ НВЧ і час опромінення.

Після обробки ЕМВ НВЧ усі зразки з суспензією культури *S. cerevisiae* послідовно розводилися стерильною водою, (1:9), зразки дріжджів четвертого та п'ятого розведення вносили по 1 см³ в чашки Петрі на поверхню густого м'ясо-пептонного агару (МПА). Після інкубації зразків суспензії *S. cerevisiae* у

термостаті за температури $+37^{\circ}\text{C}$ упродовж 24 годин підраховували загальну кількість колоній клітин (N) у кожній чашці Петрі.

Результати та їх обговорення. У результаті досліджень було визначено смугу частот ЕМВ НВЧ поблизу 50–90 ГГц, опромінення якими призводило до пригнічення росту клітин дріжджів.

На рис. 1 показано залежність кількості дріжджових колоній від напруги ЕМВ НВЧ.

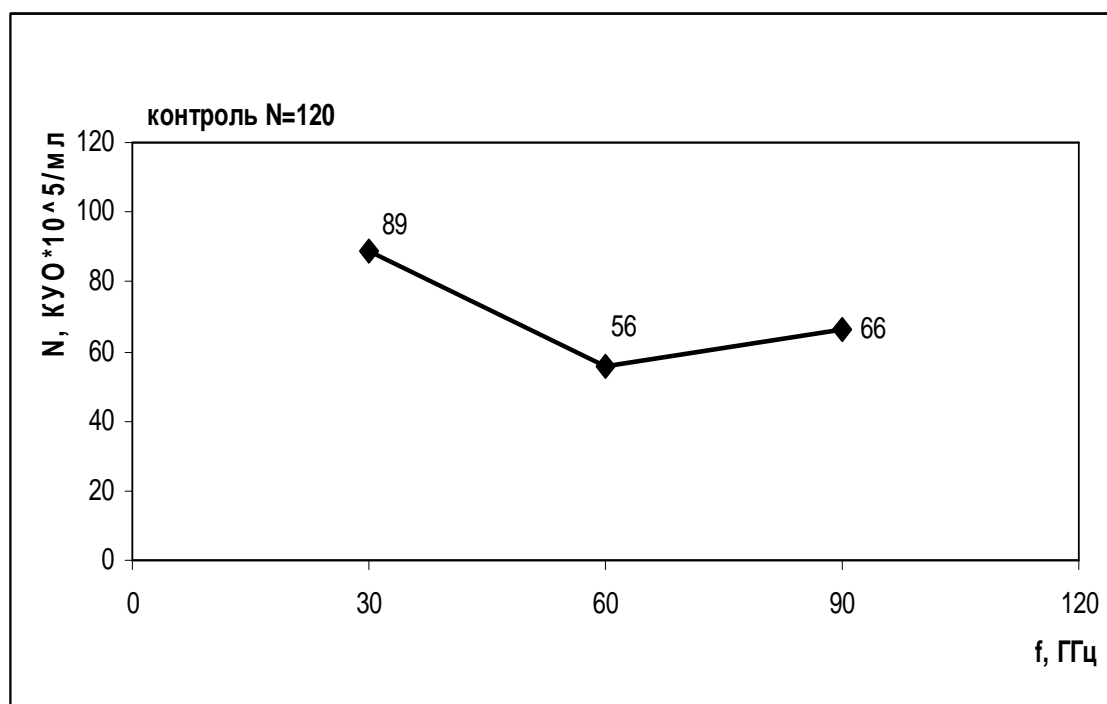


Рис.1. Кількість колоній (N) після опромінення культур *S. cerevisiae* НВЧ упродовж 5 хв.: N – кількість колоній дріжджів, $\text{КУО}\cdot 10^5/\text{мл}$; f – частота, ГГц

З рис.1 видно, що частота, дія якої мала найбільший негативний вплив на клітини дріжджів, становить 60 ГГц. Опромінення ЕМВ НВЧ суспензії дріжджів призвело до зменшення кількості колоній *S. cerevisiae* на 53 % порівняно з контролем.

Також було досліджено залежність кількості живих клітин дріжджів від тривалості дії ЕМВ НВЧ., яка показана на рис. 2.

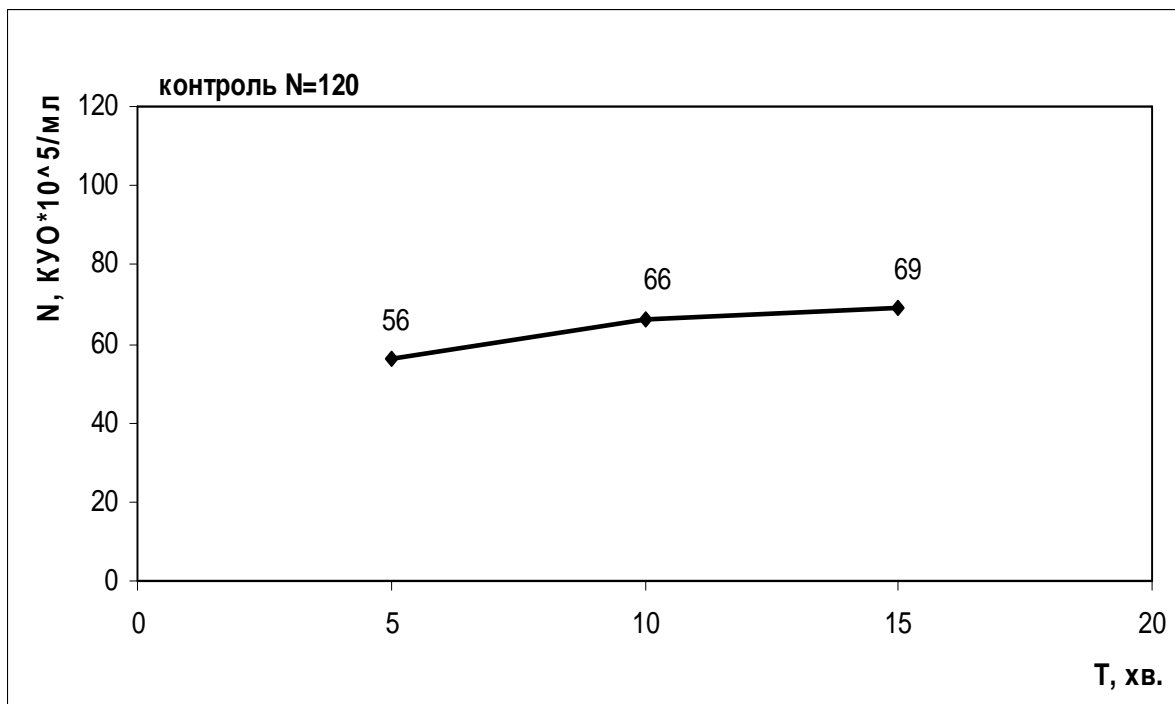


Рис.2. Кількість колоній (N) після опромінення культур *S. cerevisiae* НВЧ при частоті 60 ГГц: N – кількість колоній дріжджів, КУО*10⁵/мл; T – час опромінення, хв.

Результати для пригнічувальної частоти 60 ГГц показують, що оптимальна тривалість дії ЕМВ НВЧ становила близько 5 хвилин. За такої тривалості спостерігався найкращий ефект інактивації суспензії дріжджів НВЧ хвилями. Тобто, вже на 5-ій хвилині кількість колоній культури *S. cerevisiae* зменшилась на 54 %.

Зменшення часу дії ЕМВ НВЧ призводило до зростання чисельності колоній дріжджів, що пояснюється недостатнім часом опромінення на суспензію дріжджів навіть пригнічувальною частотою.

При збільшенні часу опромінення НВЧ хвилями відбувається збільшення кількості колоній дріжджів, що дає підстави стверджувати, що довготривала дія опромінення певної частоти на суспензію дріжджів може підвищувати ріст дріжджових клітин.

ВИСНОВКИ

Дія ЕМВ НВЧ частотою 60 ГГц та тривалістю експозиції 5 хв. при наступному інкубуванні у термостаті упродовж 24 годин призводила до зменшення кількості колоній культури *S. cerevisiae* на 50–60 %.

Даний ефект дії НВЧ хвиль на клітини дріжджів можна пояснити тим, що у одноклітинних організмів загибель клітин стимулюється стресовими впливами, які потенційно небезпечні для геному. При безпосередньому опроміненні клітини гинуть, а збільшену швидкість ділення виявляють клітини дріжджів, на які не потрапило жодного кванту НВЧ випромінювання від генератора.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маринченко Л. В. Стимуляція накопичення біомаси та бродильної активності культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* за допомогою надвисокочастотного електромагнітного випромінювання / Маринченко Л. В., Ніжельська О. І., Маринченко В. О. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2011. – №3. – С. 68–73.
2. Пикаев А. К. Современная радиационная химия: Радиоллиз газов и гидкостей / А. К. Пикаев. – М.: Наука, 1992. – 106 с.
3. Соколова Н. Ф. Засоби і методи стерилізації, які застосовуються в медицині / Н. Ф. Соколова, В. А. Рябченко // Проблеми дезинфекції і стерилізації. – 1991. – Вип. 25. – С. 54–59.
4. Лошицький П. П. Взаємодія біологічних об’єктів з фізичними полями / Уклад. П. П. Лошицький. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2005. – 40 с.
5. Нижельская А. И. Оптимизация экспериментальных исследований резонансной реакции *Saccharomyces cerevisiae* на воздействие ЭМИ миллиметрового диапазона / А. И. Нижельская, А. В. Якунов // Физика живого. – 2004. – №1. – С. 53–62.
6. Ніжельська О. І. Дія надвисокочастотного електромагнітного випромінювання на культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, бактерій

Escherichia coli і водорості *Dunaliella viridis*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук.: спец. 03.00.02 “Біофізика” / О. І. Ніжельська. – Київ, 2008. – 20 с.

7. Модифікаційний вплив низькоінтенсивних електромагнітних хвиль міліметрового діапазону на клітини *in vitro*, опромінюваних іонізуючою радіацією / [Лавренчук Г. Й., Бундюк Л. С., Чоботько Г. М., Гурандо Г. М.] // Фізика живого. – 2007. – №1. – С. 113–124.

8. Семихина Л. П. Диэлектрические и магнитные свойства воды в водных растворах и биообъектах в слабых электромагнитных полях / Л. П. Семихина. – Тюмень: ТГУ, 2006. – 164 с.

9. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа / А. С. Пресман. – М.: Наука, 1968. – 288 с.

10. Гарибова Л. В. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С. 74–75.

11. Мир растений: в 7 т. / Т. 2: Грибы / [под ред. Горленко М. В.]. – М.: Просвещение, 1991. – 475 с.

УГНЕТЕНИЯ РОСТА КУЛЬТУРЫ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* С ПОМОЩЬЮ КРАЙНЕВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А. В. ПОШТАРЕНКО

Национальный авиационный университет, г. Киев

*Определено влияние ЭМИ КВЧ на рост клеток дрожжей культуры *S. cerevisiae*. Установлено полосу частот ЭМИ КВЧ вблизи 50–90 ГГц, облучение которыми приводило к угнетению роста клеток дрожжей. По результатам исследований установлено, что влияние ЭМИ частотой 60 ГГц, продолжительностью экспозиции 5–15 мин и последующим инкубированием в*

термостате в течение 24 часов привело к уменьшению количества колоний на 50–60 %.

Ключевые слова: *Saccharomyces cerevisiae*, электромагнитное излучение, крайне высокая частота, дрожжи.

GROWTH INHIBITION OF YEAST CULTURE SACCHAROMYCES CEREVISIAE MICROWAVE USING ELECTROMAGNETIC RADIATION

A. V. POSHTARENKO

National Aviation University, Kyiv

The influence of EMR UHF growth of yeast cell culture S. cerevisiae. Established EMR UHF frequency band near 50–90 GHz radiation which leads to inhibition of cell growth of yeast. The research found that the effects of EMR frequency of 60 GHz, the duration of exposure 5–15 minutes and subsequent incubation in thermostat for 24 hours resulted in a decrease in the number of colonies by 50–60 %.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, electromagnetic radiation, extremely high incidence of yeast.