



DOI: 10.6084/m9.figshare.10007039

LCC - № QR1-74.5

## ВИВЧЕННЯ ДІЇ СТИМУЛЮЮЧИХ ЕФЕКТІВ НА БІОМАСУ

В.П. Чернозуб<sup>1</sup>, В.О. Новіков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Херсонський національний технічний університет

**Corresponding author:** Чернозуб Владислав, E-mail chernozub1997@outlook.com

### Abstract.

The object of the study is the physiological, biochemical and morphological and structural features of the yeast under the electromagnetic radiation influence of the non-thermal intensity radio frequency range.

The subject of the study are the strains of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* UKM Y-517, *Schizosaccharomyces pombe* UKM Y-94T and *Candida utilis* UKM Y-961.

The methods of research are biophysical and biochemical studies, scatter analysis, correlation analysis.

The scientific novelty of the obtained results is that:

- Influence of non-thermal intensity radio frequency (40.68 MHz) electromagnetic radiation on physiological growth indicators and cell cycle dynamics was first discovered; yeast sensitivity to the influence of stressors and enzyme activity; the structure of their surface, its viscoelastic properties and the permeability of the cytoplasmic membrane;

### Анотація.

Об'єктом дослідження виступають фізіолого-біохімічні та морфолого-структурні особливості дріжджів під впливом електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону нетермальної інтенсивності.

Предметом дослідження виступають штами дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* UKM Y-517, *Schizosaccharomyces pombe* UKM Y-94T та *Candida utilis* UKM Y-961.

В якості методів дослідження виступають біофізичні та біохімічні дослідження, аналіз розсіювання результатів, кореляційний аналіз.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- Вперше виявлено вплив електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону (40,68 МГц)

- The correlation dependence of the yeast cells physiological-biochemical state on the activity of the Sun was established, which is reflected in the specific growth rate and sensitivity of microorganisms to fungicidal antibiotics.

The practical significance of the results obtained. Electromagnetic radiation (40.68 MHz) of non-thermal intensity can be used as a protective mechanism for modifying the sensitivity of living organisms to the effects of stressors. The studied yeast can serve as a model system for studying athermic effects and establishing mechanisms of non-ionizing electromagnetic fields action and radiation on eukaryotic organisms and their grouping.

On the beginning, a radiation effect of intensity of 10 mW / sm was considered in order to detect the response of living and dead cells to radiation, and then the response of the cells was less than 100 times, that is, 100 mW / sm<sup>2</sup>. The radiation frequency is selected from 8 to 12 GHz.

нетермальної інтенсивності на фізіологічні показники росту і динаміку клітинного циклу; чутливість дріжджів до впливу стресових факторів і активність ферментів; структуру їх поверхні, її в'язко-пружні властивості та проникність цитоплазматичної мембрани;

- Встановлено кореляційну залежність фізіолого-біохімічного стану клітин дріжджів від показників активності Сонця, що відображається у показниках питомої швидкості росту та чутливості мікроорганізмів до фунгіцидних антибіотиків.

Практичне значення одержаних результатів. Електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону (40,68 МГц) нетермальної інтенсивності може бути використано як захисний механізм для модифікації чутливості живих організмів до дії стресових факторів. Досліджені дріжджі можуть слугувати як модельна система для вивчення атермічних ефектів та встановлення механізмів дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань на еукаріотичні організми та їх угруповання.

На початку розглянутий вплив випромінювання інтенсивності 10 мВт/см з метою виявлення реакції живих і мертвих клітин на випромінювання, а потім розглянута реакція клітин менша в 100 разів, тобто в 100 мкВт/см<sup>2</sup>. Частота випромінювання обрана та сама від 8 до 12 ГГц.

**Keywords:** кореляційний аналіз, дріжджі, випромінювання. Correlation analysis, yeast, radiation

**Section:** Biomaterials

**Introduction.** Вже більше 20 років НВЧ випромінювання широке використовується в різних галузях народного господарства. Однак, його можливості ще не вичерпані. Нами досліджувався вплив ЕМВ НВЧ діапазону на клітинні структури дріжджів.

**Objective.** Робота присвячена дослідженню впливу НВЧ-випромінювання нетеплової інтенсивності на культуру дріжджових клітин. Установлюється вплив НВЧ-випромінювання на *E. coli* із щільністю потоку енергії (ЩПЕ), в 100 разів меншої гігієнічного гранично-припустимого рівня (100 мкВт/см<sup>2</sup>).

У роботі аналізується вплив КВЧ-випромінювання на дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*.

**Materials and methods.** В першому експерименті у якості виміральної установки, що опромінює, використовували панорамний вимірник коефіцієнта стоячої хвилі по напрузі (КСХН) Р2-61 з робочою частотою ( $\nu$ ) від 8 до 12 ГГц і вихідною потужністю генератора 10 мВт. Досліджувані зразки дріжджових (ДЕРЖСТАНДАРТ 171-81) тест-культур готували пресуванням при незначному тиску з метою виключення з зразка повітряних прошарків і додання йому заданої геометричної форми (прямого паралелепіпед з основою 23x10 мм і висотою К). Величину h варіювали від 10 до 36 мм, щільність і відносну вологість зразків підтримували незмінними ( $\rho = 1,07$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho = 70$  %).

Зразки встановлювали у хвильовий тракт вимірника. Реєстрували КСХН при різних у й розраховували коефіцієнт відбиття (R) нормально падаючої хвилі по формулі

$$R = (\text{КСХН} - 1) - 100 / (\text{КСХН} + 1), [\%].$$

Визначали середньоарифметичне значення R за результатами не менш трьох повторних вимірів.

У другому експерименті робочі суспензії готували в дистильованій воді в концентрації 10<sup>3</sup> клітин/мл методом послідовних розведень. По 2 мл робочої суспензії поміщали в чашки Петрі (d = 3 см). Опромінення проводили протягом 30... 150 хв із потужністю випромінювання 1 мкВт/см<sup>2</sup> і частотами від 8820 до 10400 МГц. Одночасно встановлювали контроль над захисним екраном у пластиковій чашці Петрі d = 3 см (2 мл робочої суспензії в концентрації 10<sup>3</sup> клітин/мл). Після закінчення часу експозиції проводили посів суспензії клітин з опроміненого й контрольного зразків на живильний агар у триразовій повторності.

Результати по випромінюванню поглинання здатності живих і мертвих клітин представлені на Рис. 1

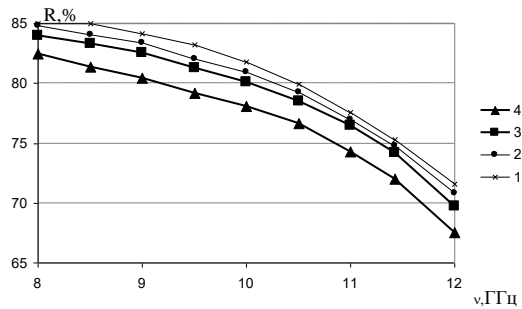


Рис. 1. Коефіцієнт відбиття (R) ЕМВ від зразків спресованих дріжджів залежно від частоти ( $\nu$ ) випромінювання й товщини (h) зразків: (1,3 - h = 36 мм; 2, 4 - h = 18 мм; 1, 2- живі клітини; 3, 4 - мертві клітини, опромінені ультрафіолетом).

#### Дослід з короткозамикачем

Аналіз експериментальних залежностей R- $\nu$  показує, що поглинаюча здатність дріжджової культури зростає приблизно на 20 % при збільшенні частоти випромінювання від 8 до 12 ГГц. Видно, що поглинання енергії ЕМВ біомасою живих клітин дріжджів лише незначно нижче, чим біомасою мертвих клітин (підданих дії ультрафіолету). Очевидно, метаболізм впливає на процес поглинання, а переважаюче значення має взаємодія мікрохвиль зі структурними елементами клітин.

У варіантах дослід з погодженим навантаженням (рис. 3.2, крива 2) відносна кількість мертвих клітин швидко зменшується до контрольного рівня ( $N \sim 0,8$  %) у міру видалення від поверхні, що опромінюється, у глиб зразка. Очевидно, значна частина енергії ЕМВ поглинається в поверхневих шарах зразка. У досліді з короткозамикачем розглянута залежність N-h (рис. 2, крива 1) носить екстремальний характер.

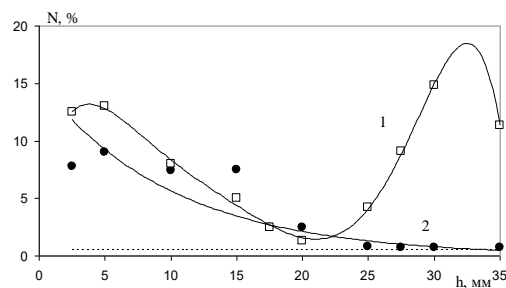


Рис. 2. Розподіл відносної кількості (N) мертвих клітин дріжджів по товщині (h) зразка після НВЧ-опромінювання ( $\nu = 10$  ГГц,  $\tau = 1$  год.) у досліді:

- 1- короткозамикачем;
- 2- погодженим навантаженням.

Пунктиром показаний контрольний рівень мертвих клітин  $N = 0,8$  %

Відсоток загибелі клітин мінімальний у зонах, де відбувається інтерференційне гасіння

падаючої (що пройшла в зразок) і відбитої (від металевої підкладки) хвиль. Глибина (l) залягання цих зон змінюється прямопропорційно товщині (h) зразка (рис. 3).

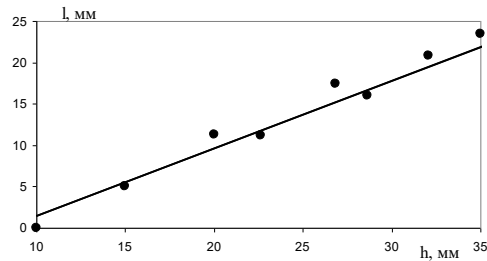


Рис. 3. Глибина залягання (l) у зразках дріжджів зон, де спостерігається мінімальна загибель клітин, залежно від товщини (h) зразків.

Дослід з короткозамикачем,  $\nu = 10$  ГГц

Установлено, що поглинаюча здатність дріжджів збільшується на 20% зі збільшенням частоти. Судячи з результатів представлених на рисунках, поглинання живих і мертвих клітин майже не відрізняється.

Далі проводили дослідження слабких ЕМ полів на суспензії клітин дріжджів, поміщених у чашки Петрі. Для дослідження ефекту дії ЕМВ на клітини проведений порівняльний аналіз опроміненої й неопроміненої клітини на рис. 4.

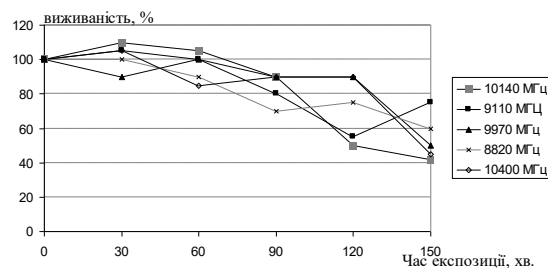


Рис. 4. Вживаність суспензії *E. coli*  $hcr^-$   $exr^-$  із частотами 88 при різній експозиції

Представлені результати залежності виживання клітини дріжджів від часу й частоти опромінення.

Виявлена тенденція зниження виживаності *E. coli*  $hcr^-$   $exr^-$  при збільшенні частоти опромінення з 9110 до 10400 МГц при експозиції від 30 до 150 хв. (рис. 3.7). При експозиції протягом 30 і 60 хв. зі збільшенням частоти опромінення від 9110 до 10140 МГц значимих розходжень у виживаності не спостерігалось. При експозиції протягом 90; 120 і 150 хв. спостерігалася достовірна зміна виживаності ( $p < 0.05$ ).

У зв'язку із цим можна припустити, що механізм біологічної дії ЕМВ досліджуваних частот на клітини *E. coli hcr<sup>-</sup> exr<sup>-</sup>* пов'язаний зі зміною структури води як метаболічного, так і зовнішнього розчину.

### Conclusions.

1. Показано, що здатність дріжджів, які поглинається, залежить від частоти випромінювання й збільшується на 20% при збільшенні частоти від 8 до 12 ГГц. Поглинання ЕМВ для живих і мертвих клітин практично однакове й залежить від структурних елементів клітин.

2. Установлено, що загибель дріжджових клітин зростає зі збільшенням тривалості ЕМ опромінення та глибини залягання області опромінення. У місцях інтерферентності відбувається мінімальна загибель клітин.

3. Установлено, що специфічність нетеплової дії НВЧ-випромінювань визначається резонансним характером енергетичної й інформаційної природи. Первинна дія реалізується на клітинному рівні й пов'язане з елементами цитоплазматичних мембран, молекулами білків і ферментів, що володіють значним електричним дипольним моментом.

**Disclaimers:** The author declares that they have no financial or personal relationships that may have inappropriately influenced them in writing this article.

**Conflict of interest statement:** The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

**REFERENCES:**

1. Фертман Г. Биохимические и технологические основы бродильных производств. Москва: Пищевая пром-ть; 1970.
2. Голант М. Влияние монохроматических электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности на биологические процессы. Биофизика. 1986;31(1):34-39.
3. Ауэрман Л. Технология хлебопекарного производства. СПб: Профессия; 2003.
4. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности на рост цианобактерий. Микробиология. 1990;59(2):359-360.
5. Реброва Т. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на жизнедеятельность микроорганизмов. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1992;(1):37-47.

## PLAGIARISM REPORT:

### 100% Unique

Total 11329 chars (**2000 limit exceeded**) , 194 words, 9 unique sentence(s).

**Essay Writing Service** - Paper writing service you can trust. Your assignment is our priority! Papers ready in 3 hours! Proficient writing: top academic writers at your service 24/7! Receive a premium level paper!

Results	Query	Domains (original links)
Unique	<a href="#">В якості методів дослідження виступають біофізичні та біохімічні дослідження, аналіз розсіювання результатів, кореляційний аналіз</a>	.
Unique	<a href="#">чутливість дріжджів до впливу стресових факторів і активність ферментів</a>	.
Unique	<a href="#">структуру їх поверхні, її в'язко- пружні властивості та проникність цитоплазматичної мембрани</a>	.
Unique	<a href="#">нетермальної інтенсивності Предметом дослідження виступають штами дріжджів Saccharomyces cerevisiae УКМ Y-517, Schizosaccharomyces pombe УКМ Y-94T</a>	.
Unique	<a href="#">Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що: - Вперше виявлено вплив електромагнітного випромінювання</a>	.
Unique	<a href="#">- Встановлено кореляційну залежність фізіолого-біохімічного стану клітин дріжджів від показників активності Сонця, що відображається</a>	.
Unique	<a href="#">ISSN 2311-1100 CC-BY-NC Copyright: © The Authors Licensee: This work is licensed under the</a>	.
Unique	<a href="#">Електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону (40,68 МГц) нетермальної інтенсивності може бути використано як захисний механізм</a>	.
Unique	<a href="#">Досліджені дріжджі можуть слугувати як модельна система для вивчення атермічних ефектів та встановлення механізмів</a>	.

Date of Review: Анотація. Об'єктом дослідження виступають фізіолого-біохімічні та морфолого-структурні особливості дріжджів під впливом електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону нетермальної інтенсивності Предметом дослідження виступають штами дріжджів Saccharomyces cerevisiae УКМ Y-517, Schizosaccharomyces pombe УКМ Y-94T та Candida utilis УКМ Y-961. В якості методів дослідження виступають біофізичні та біохімічні дослідження, аналіз розсіювання результатів, кореляційний аналіз. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що: - Вперше виявлено вплив електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону (40,68 МГц) нетермальної інтенсивності на фізіологічні показники росту і динаміку клітинного циклу; чутливість дріжджів до впливу стресових факторів і активність ферментів; структуру їх поверхні, її в'язко- пружні властивості та проникність цитоплазматичної мембрани; - Встановлено кореляційну залежність фізіолого-біохімічного стану клітин дріжджів від показників активності Сонця, що відображається у показниках питомої швидкості росту та чутливості мікроорганізмів до фунгіцидних антибіотиків. ISSN 2311-1100 CC-BY-NC Copyright: © The Authors Licensee: This work is licensed under the Creative Commons Attribution License Практичне значення одержаних результатів. Електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону (40,68 МГц) нетермальної інтенсивності може бути використано як захисний механізм для модифікації чутливості живих організмів до дії стресових факторів. Досліджені дріжджі можуть слугувати як модельна система для вивчення атермічних ефектів та встановлення механізмів дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань на еукаріотичні орг