

УДК: 579.22:546.3:582.282.23

ВПЛИВ КАТОЛІТУ І АНОЛІТУ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Рильський О. Ф., д.б.н., професор, Місірук М. О., магістрант

Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66misirukmasha1994@gmail.com, rylsky@ukr.net

У роботі наведено результати досліджень впливу електрохімічної активації води на дріжджі *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193, які знаходяться під впливом важких металів.

Мета – визначити можливість пігментосинтезувальної здатності дріжджів *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 при різних значеннях окисно-відновного потенціалу (ОВП).

Методи. Засівання та культивування дріжджів на твердому поживному середовищі за загальноприйнятими в мікробіології методами, математична обробка результатів.

Результати та висновки. У дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193, вирощених на водопровідній воді, пігментоутворення блокувалося за концентрації $100 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$, тоді як у аноліті за даної концентрації спостерігалось добре пігментоутворення, у католіті – помірне. З підвищенням концентрації іонів Купруму в середовищі значення dE збільшувалося. dE для колоній дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193, які культивували на водопровідній воді за 20 мг/дм^3 іонів Купруму становила 8,21 ум. од., на католіті – 8,0 ум. од., на аноліті – 4,69 ум. од. Проаналізовано, що дріжджі, які були вирощені на середовищі Сабуро з католіту і аноліту, мали здатність до пігментоутворення при вищих концентраціях іонів Купруму, порівняно з тими, які культивували на водопровідній воді.

Ключові слова: дріжджі, важкі метали, католіт і аноліт.

ВЛИЯНИЕ КАТОЛИТА И АНОЛИТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ ПО ВЛИЯНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Рыльский А. Ф., д.б.н., профессор, Мисирук М. А., магистрант

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66

В работе наведены результаты исследований влияния электрохимической активации воды на дрожжи *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193, которые находятся под влиянием тяжелых металлов.

Цель – определить возможность пигментсинтезирующей способности дрожжей *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 при разных значениях окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Методы. Посев и культивирование дрожжей на твердой питательной среде по общепринятым в микробиологии методам, математическая обработка результатов.

Результаты и выводы. У дрожжей *Rh. aurantiaca* Y-1193, выращенных на водопроводной воде, пигментообразование блокировалось при концентрации $100 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$, в то время как у анолита при этой же концентрации наблюдалось хорошее пигментообразование, у католита – умеренное. С повышением концентрации ионов Купрума в среде dE повышалось. dE для колоний дрожжей *Rh. aurantiaca* Y-1193, которые культивировались на водопроводной воде при 20 мг/дм^3 ионов Купрума составляла 8,21 ус.ед, на католите – 8,0 ус.ед, на анолите – 4,69 ус.ед. Проанализированно, что дрожжи, которые были выращенные на среде Сабуро с католита и анолита имели способность до пигментообразования при высших концентрациях ионов Купрума, в сравнении с теми, что культивировались на водопроводной воде.

Ключевые слова: дрожжи, тяжелые металлы, католит и анолит.

THE INFLUENCE OF CATHOLYTE AND ANOLYTE ON THE LIFE OF MICROORGANISMS WHICH ARE AFFECTED BY HEAVY METALS

O.F. Rylskyi, M.O. Misiruk,

Zaporizhzhia National University, Ukraine, 66 Zhukovskiy St, Zaporizhzhia, 69600

Introduction. The water quality is determined by the complex of its chemical, biological components and physical properties that stipulate the suitability of water for certain types of water use. Water is the main raw material in almost all the economic branches. For usage in technology, it should have a certain mineral composition, pH and other parameters that meet the production requirements. The various methods of its processing are used for this purpose.

Electrochemical activation (ECA) of water is relatively young, but one of the most promising areas in which many theoretical and practical materials have been processed.

Nowadays, ECA technologies are applied in medicine, metal processing, ferrous and nonferrous metallurgy, drilling wells, oil and gas exploitation, petrochemical and chemical industries, electronic industry, transport, forestry and woodworking industry, etc.

These substances have a huge oxidative-reduction potential (ORP) and a number of abnormal properties. As a result of electrochemical activation, water passes into a metastable state (active) state that is characterized by abnormal values of physical and chemical parameters. The final product of the ECA is not concentrated chemicals, but activated solutions, i.e., metastable neutralized liquids. It is believed that there is a dissociation of metastable compounds, including due to the gas exchange with surrounding air.

Aim of the study. The purpose of our work was to investigate the influence of catholyte (living water) and anolyte (dead water) on the intensity of yeast pigmentation under the influence of toxicants (Copper(II) chloride).

Material and methods. The object of the study was *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193, pigment-synthesizing yeast (given to us by D.K. Zabolotnyi Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine from the collection of museum cultures).

The yeast was sown with a solid lawn on Saburo nutritive medium, which was prepared on the basis of catholyte and anolyte, respectively, with a certain content of Copper(II) chloride. The catholyte and anolyte were prepared using a household AP-1 water electroactivator for 15 minutes, after what the measurements of the ORP and pH of ionized water were performed on the pH/mV/TempMeter MP-103 device. The yeast was cultivated in a thermostat at a temperature of 28°C, the results were recorded visually on the 3rd day of cultivation, comparing the experimental samples with the control. The difference in the intensity of pigmentation of experimental and control cultures (dE) was determined using a digital camera and computer software such as AdobePhotoshop and CIEDE 2000 (in standard units).

Results and conclusions. The yeast grown in Saburo medium from catholyte and anolyte had the ability to pigmentation at higher concentrations of Copper ions compared to those cultivated using the tap water. Catholyte and anolyte can increase the survival rate of the yeast cells. At the concentration of Copper ions of 250 mg/dm³ using the tap water, the growth of *Rh. aurantiaca* Y-1193 was not observed, however, at the same concentration of Cu²⁺ in the anolyte and catholyte, weak and good growth of non-pigmented and weakly pigmented colonies was observed, respectively. It is also interesting that the yeast grown on living water had large and medium-sized colonies throughout the area of the Petri dish, whereas dead-water cultures were characterized by the continuous growth of very small colonies. It was investigated that electrochemically activated water is capable of increasing the growth and pigment production of yeast cells compared to control (tap water). However, the mechanisms of influence on these microorganisms require further research.

Key words: yeast, heavy metals, catholyte and anolyte.

ВСТУП

Вода є основною сировиною практично у всіх галузях господарства. Для використання її у технології вона повинна мати певний мінеральний склад, рН та інші параметри, які відповідають вимогам виробництва. З цією метою використовують різні способи її оброблення [1].

Електрохімічна активація (ЕХА) води являється порівняно молодим, але одним з найбільш перспективних напрямків, в якому опрацьовано багато теоретичного і практичного матеріалу [2].

На основі багаточисельних досліджень виділено групи чинників, які зумовлюють фізико-хімічну активність католіту та аноліту:

- 1) стабільні кислоти, луки та продукти електрохімічних реакцій;
- 2) нестійкі продукти електрохімічних реакцій високої активності (у тому числі вільні радикали);

3) квазістійкі структури, що сформовані в області об'ємного заряду біля поверхні електродів, як у вигляді вільних, так і гідратованих оболонок іонів, молекул, радикалів, атомів.

ЕХА з'явилася в результаті серії досліджень, якими було встановлено, що рідини, які піддалися уніполярному (анодному чи катодному) електрохімічному впливу, переходять у термодинамічно неврівноважений стан і протягом релаксації проявляють аномально високу хімічну активність.

Дані речовини володіють величезним окисно-відновним потенціалом (ОВП) і рядом аномальних властивостей. У результаті електрохімічної активації вода переходить в метастабільний стан (активний) стан, який характеризується аномальними значеннями фізико-хімічних параметрів. Кінцевим продуктом ЕХА являються не концентровані хімічні речовини, а активовані розчини, тобто нейтралізовані рідини в метастабільному стані. Вважають, що проходить дисоціація метастабільних з'єднань, в тому числі і по причині газообміну з оточуючим повітря [3-6].

На сьогоднішній день ЕХА-технології знайшли застосування в медицині, обробці металів, чорній і кольоровій металургії, бурінні свердловин, розробці нафто- і газоносних родовищ, нафтохімічній і хімічній промисловості, електронній промисловості, транспорті, лісовій і деревооброблювальній промисловості і т.д.[7].

Якість води визначається комплексом її хімічних, біологічних компонентів та фізичних властивостей, які зумовлюють придатність води для певних видів водокористування. Активована вода набуває нових властивостей, які впливають на кінетику реакцій, що проходять в ній, зміну розчинності речовини, біологічну та лікувальну активності [8-9].

Тому метою нашої роботи було дослідити вплив католіту (живої води) та аноліту (мертвої води) на інтенсивність пігментоутворення дріжджів під дією токсикантів (Купруму (II) хлориду).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження були пігментосинтезувальні дріжджі *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 (надані нам із колекції музейних культур Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України).

Дріжджі засівали суцільним газоном на тверде поживне середовище Сабуро, яке готували на основі католіту й аноліту, відповідно, з певним вмістом Купруму (II) хлориду. Католіт і аноліт отримували за допомогою побутового електроактиватора води АП-1, протягом 15 хвилин, після чого проводили вимірювання ОВП та рН іонізованої води на приладі рН/mV/Temp Meter MP-103. Культивували дріжджі в термостаті за температури 28°C, облік результатів проводили візуально на 3 добу культивування, порівнюючи дослідні зразки з контролем. Різницю в інтенсивності пігментоутворення дослідних і контрольних культур (dE) визначали за допомогою цифрового фотоапарату та комп'ютерних програм Adobe Photoshop і CIEDE 2000 (в умовних одиницях) [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Католіт насичується відновниками, за рахунок чого під час електролізу випадають в осад нерозчинні оксиди металів, знижуючи його токсичність. ОВП католіту набуває від'ємного значення і може досягати -800mV, при рН середовища стає лужним.

Аноліт є сильним окисником, має високі значення ОВП та низькі значення рН. Під час електролізу у приелектродній зоні відбувається виділення розчинних речовин у вигляді газів, таких як: CO₂, SO₂, Cl₂, O₂, H₂, H₂S, NO₂ [1].

Отримані результати можна порівняти з водопровідною водою, яка значно відрізняється від католіту і аноліту значеннями ОВП та рН (див. Рис. 1). Показники ЕХА-води наведені у табл. 1.

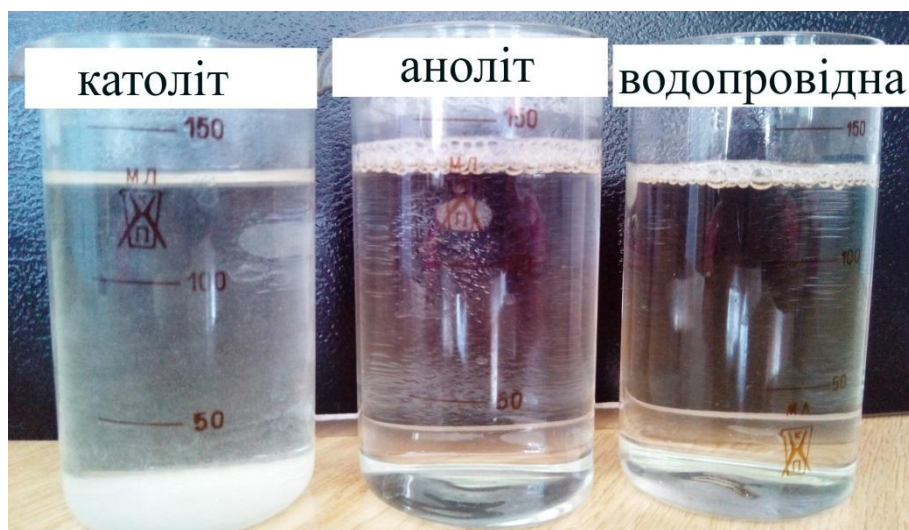


Рисунок 1 – Порівняльний аналіз водопровідної води з католітом та анолітом.

Таблиця 1 – Показники електрохімічно активованої та водопровідної води

| Назва зразку | ОВП, мВ | рН |
|-------------------|---------|-------|
| Католіт (жива) | -275 | 10,46 |
| Аноліт (мертва) | +830 | 2,85 |
| Водопровідна вода | +415 | 7 |

Для приготування середовища Сабуро на воді з різними показниками ОВП та рН на якому засівались дріжджі роду *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 ми виміряли значення зразків після кип'ятіння. (див. табл. 2). Значення католіту підвищилось на -114,9 мВ, ОВП аноліту знизилось на 306 мВ, а водопровідна вода після кип'ятіння зменшила значення ОВП майже у 2 рази. Показники рН майже не відрізнялись з раніше отриманими, проте у водопровідній воді збільшилось на 1,65 од.

Порівняння результатів дослідження активності дріжджів свідчать про неоднакову дію католіту та аноліту на їх ферментативну активність, що можливо пов'язано з фазовим характером перебігу біохімічних процесів та зарядом клітин [11].

Таблиця 2 – Показники електрохімічно активованої та водопровідної води після кип'ятіння

| Кип'ячена вода | | |
|-------------------|---------|------|
| Назва зразку | ОВП, мВ | рН |
| Католіт (жива) | +130,1 | 9,76 |
| Аноліт (мертва) | +524 | 2,76 |
| Водопровідна вода | +240 | 8,65 |

У дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193, з водопровідною водою, синтез пігментів повністю блокувався при концентрації Cu^{2+} 100 мг/дм³, тоді як у аноліті при даній концентрації спостерігалось добре пігментоутворення, у католіті – помірно. Повне втрата пігменту у аноліті спостерігалась при 250 мг/дм³ Cu^{2+} , а у католіті за даної концентрації Купруму було слабке пігментоутворення і помірний ріст колоній.

Таблиця 3 – Вплив іонів Cu^{2+} на синтез пігментів у дріжджів *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 (3 доба культивування)

| Концентрація іонів Cu^{2+} мг/дм ³ | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 | <i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193 |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Католіт | | Аноліт | | Водопровідна вода | |
| | Р | П | Р | П | Р | П |
| Контроль | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 20 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | +++ |
| 50 | +++ | +++ | ++++ | ++++ | ++ | ++ |
| 100 | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | - |
| 150 | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 200 | ++ | + | ++ | ++ | + | - |
| 250 | + | ± | - | - | - | - |

Примітка тут та далі: ріст: +++++ – суцільний, +++ – добрий, ++ – помірний, + – слабкий, - – відсутній; пігментоутворення: +++++ – інтенсивне, +++ – добре, ++ – помірно, + – слабке, - – відсутнє, ± – наявність пігментних та безпігментних колоній.

У дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193, з водопровідною водою, синтез пігментів повністю блокувався при концентрації Cu^{2+} 100 мг/дм³, тоді як у аноліті при даній концентрації спостерігалось добре пігментоутворення, у католіті – помірно. Повне втрата пігменту у аноліті спостерігалась при 250 мг/дм³ Cu^{2+} , а у католіті за даної концентрації Купруму було слабке пігментоутворення і помірний ріст колоній.

dE дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193 водопровідної води при 20 мг/дм³ становила 8 ум. од., у католіті – 8,21 ум. од., у аноліті – 4,69 ум. од. Значення dE водопровідної води знаходилась у межах 8 – 21,5 ум. од., що частково відповіло dE католіту – 8,21 – 19,79 ум. од. dE аноліту варіювало від 4,69 до 16,77 ум. од., що у 2 рази менше попередніх значень dE. Тому під впливом ОВП та рН дріжджові клітини католіту і аноліту, порівняно з водопровідною водою,

мали здатність до пігментоутворення при вищих концентраціях Купруму. Значення dE аноліту порівняно з водопровідною водою та католітом зменшилось у 2 рази. (див. табл. 4).

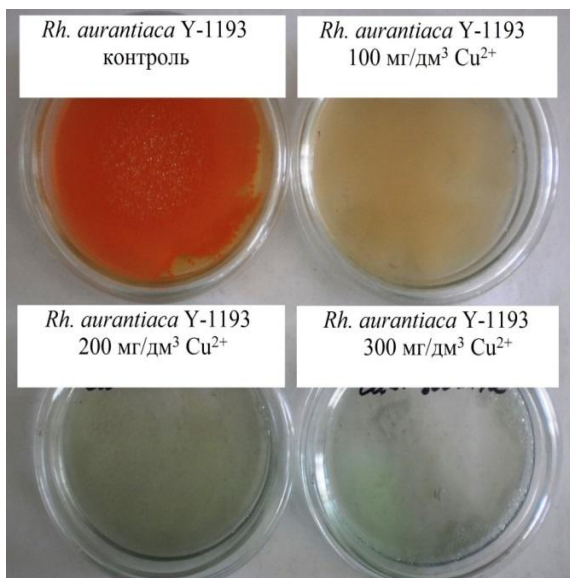
Таблиця 4 – Оцінка інтенсивності кольору пігменту на концентраційний ряд Cu^{2+} у *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 (3 доба культивування)

| Концентрація Cu^{2+} , мг/дм ³ | 3 доба (водопровідна вода) | | | | 3 доба (католіт) | | | | 3 доба (аноліт) | | | |
|--|----------------------------|----|----|-----------|------------------|----|----|------------|-----------------|----|----|------------|
| | L | a | b | dE | L | a | b | dE | L | a | b | dE |
| Конт-роль | 36 | 29 | 35 | | 54 | 25 | 29 | | 49 | 30 | 22 | |
| 20 | 44 | 22 | 33 | 8,0±0,2 | 47 | 26 | 24 | 8,21±0,002 | 64 | 7 | 11 | 4,69±0,002 |
| 50 | 46 | 15 | 41 | 13,9±0,7 | 48 | 15 | 21 | 8,7±0,006 | 44 | 31 | 26 | 5,29±0,03 |
| 100 | 53 | 10 | 31 | 19,8± 1,3 | 51 | 12 | 20 | 8,45±0,01 | 42 | 37 | 31 | 7,9±0,005 |
| 150 | 56 | 16 | 18 | 21,0± 1,2 | 48 | 13 | 20 | 9,59±0,08 | 40 | 30 | 32 | 10,22±0,06 |
| 200 | 56 | 18 | 15 | 21,5± 1,9 | 49 | 2 | 13 | 17,51±0,32 | 50 | 12 | 21 | 11,37±0,07 |
| 250 | - | - | - | - | 47 | 0 | 19 | 19,78±0,91 | 56 | 6 | 15 | 16,77±0,12 |

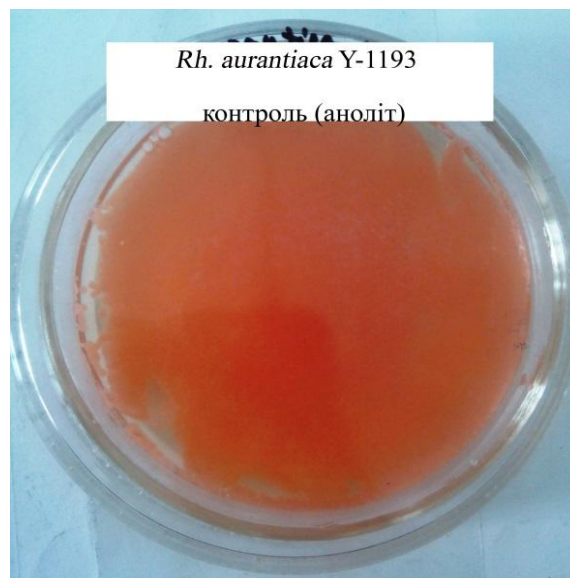
Результати дослідження активності дріжджів роду *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193, яких культивували протягом 3 діб у католіті, аноліті та водопровідної води (див. Рис. 2), показали кращі результати у порівнянні з контролем. Це можна пояснити підвищенням проникності мембрани дріжджової клітини за рахунок забезпечення різниці потенціалів на її поверхні, що сприяє кращому поступленню поживних речовин в середину клітини [1].

Життєдіяльність мікроорганізмів в великій мірі залежить від електрохімічних параметрів середовища, в якому вони перебувають. Так, багато бактерії надають перевагу нейтральним або лужним середовищам при значеннях рН від 6,5 до 9,5. Однак мікрогриби і дріжджі, навпаки, вважають за краще кисле середовище зі значеннями рН від 5,0 до 6,5. Дослідження науковців, для прикладу, складу мікрофлори і мікрофауни вод нафтових родовищ показали, що мікрогриби зустрічаються дуже рідко і не викликають катастрофічних наслідків для нафтогазового обладнання, як, наприклад, бактерії (зокрема сульфатвідновлювальні (СВБ)).

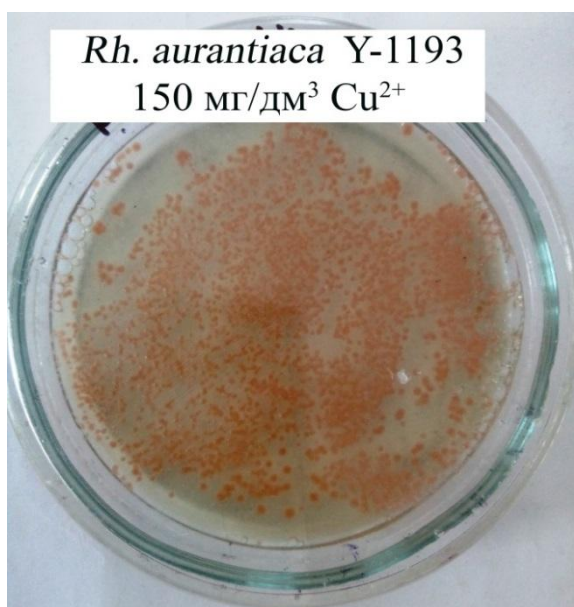
Тому зниження рН технологічної рідини до значень 6,0 і нижче за рахунок додавання аноліта може супроводжувати придушення життєдіяльності мікроорганізмів [12,13,14].



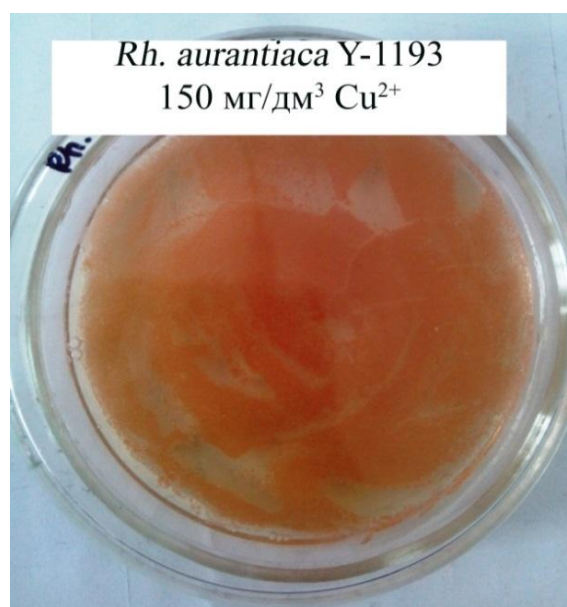
а



б



в



г

Рисунок 2 – Вплив іонів міді (II) на синтез пігментів дріжджових клітин: а - вплив Cu^{2+} на синтез пігментів *Rh. aurantiaca* Y-1193 (водопровідна вода); б - вплив Cu^{2+} на пігментосинтезувальну здатність дріжджів (контроль аноліта); в, г – вплив іонів Cu^{2+} каротиноутворення у дріжджів (150 мг/дм³ католіт і аноліт відповідно).

Отже, властивості розчинів, що утворюються у процесі електрохімічної активації у прианодній та прикатодній областях кардинально відрізняються. Так вода, активована біля катода (католіт), володіє підвищеною активністю електронів та яскраво вираженими властивостями відновника. Відповідно, вода, активована біля аноду (аноліт), характеризується зниженою активністю електронів та проявляє властивості окисника. Це дозволяє суттєво розширити можливі галузі використання електрохімічно активованих розчинів і використовувати їх у якості і відновників, і окисників. Однак технологічних процесів, де б одночасно використовувався і католіт, і аноліт або їх суміш не так вже й багато. Таким чином частина активованих технологічних розчинів одразу перетворюється на

відходи. Вже розроблено ряд електрохімічних активаторів, що дозволяють значно скоротити обсяг таких відходів, однак систем, здатних забезпечити виробництво лише католіту або лише аноліту наразі не існує [15].

ВИСНОВКИ

1. Дріжджі, які були вирощені на середовищі Сабуро з католіту і аноліту, мали здатність до пігментоутворення при вищих концентраціях іонів Купруму, порівняно з тими, які культивували на водопровідній воді.
2. Католіт та аноліт здатний підвищувати поріг виживання дріжджових клітин. За концентрації іонів Купруму 250 мг/дм^3 на водопровідній воді росту *Rh. aurantiaca* Y-1193 не спостерігалось, проте за тієї ж концентрації Cu^{2+} на аноліті та католіті зафіксований слабкий та добрий ріст безпігментних та слабо пігментованих колоній, відповідно. Цікавим видається також факт, що дріжджі, вирощені на живій воді, мали великі та середні колонії по всій площі чашки Петрі, тоді як вирощені на мертвій воді культури характеризувалися суцільним ростом дуже дрібних колоній.
3. Досліджено, що електрохімічно активована вода здатна підвищувати ріст та пігментоутворення дріжджових клітин порівняно з контролем (водопровідною водою). Проте механізми впливу на ці мікроорганізми потребує подальших наукових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Паньків Н. О. Вплив електрoхімічно активованої води на ферментативну активність спиртових дріжджів / Н. О. Паньків, Л. Я. Палаєвська, Р. Б. Носів, Н. І. Березовська // Технологии органических и неорганических веществ. – 2013. – № 3/6 (63). – С. 29.
2. Кім, Мі-Джа. Консервативний ефект електролізу води на зменшення маси β -клітин підшлункової залози у мишей з діабетом db/db / Мі-Джа Кім, Кунг Хі Янг, Ян Кунг Ум, Канг-Хун Лім, Хі Кунг Кім // Біологічний і фармацевтичний бюлетень. – 2007. – №. 30 (2). – С. 234.
3. Куртов, В. Д. Об удивительных свойствах электроактивированной воды / Вениамин Дмитриевич Куртов. – К. : ГУИКТ, 2011. – 236 с.
4. Ханаока К. Антиоксидантні ефекти зниженої води, одержуваної шляхом електролізу розчинів хлориду натрію / К. Ханаока // Журнал прикладної електрохімії. – 2001. – №31. – С.1309.
5. Голохваст К. С. Перспективы использования электрохимической активации растворов / К. С. Голохваст, Д. С. Рыжаков, В. В. Чайка, А. Н. Гульков // Вода: химия и экология. – 2011. – №2. – С.23.
6. Бахир В. М. Электрохимическая активация: ключ к экологически чистым технологиям водоподготовки / В. М. Бахир // Водоснабжение и канализация. – 2012. – №1-2. – С.89.
7. Джи Я. Ингибирующий эффект электролізу незараженої води на онтогенез пухлин / Дж. Я. Ю. Лі, Т. Хамасаки, Н. Накамічі, Т. Комацу, Т. Кашивагі, К. Терєя, Р. Нішікава, Т. Кавахара, К. Осада, К. Тох, М. Абе, Х. Тянь, С. Каба Яма, К. Оцубо, С. Морісава, Ю. Катакура, С. Ширахата // Біологічний та фармацевтичний бюлетень. – 2008. – № 31 (1). – С. 21.
8. Франчук Г.М. Урбоекологія і техноекоекологія: підручник / Г.М. Франчук, О.І. Запорожець, Г.І. Архіпова. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 496 с.

9. Паляниця Л. Я. Стимулятори ферментативної активності спиртових дріжджів / Л. Я. Паньків, Н. О. Паньків, Р. Б. Косів, Н. І. Березовська, Т. В. Харандюк // Національний університет «Львівська політехніка» – 2016. – №8. – С.205.
10. Пат. на корисну модель 49812 Україна, МПК (2009), С12Q 1/00, С12М 1/00, С12М 1/34. Спосіб визначення інтенсивності пігментоутворення у бактерій / Рильський О.Ф., Домбровський К.О., Гороховський Є.Ю., Жиленко А.В.; заявник і патентовласник ЗНУ. – №u200912311; заявл. 30.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9, 2010 р.
11. Леонов Б. И. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды / Б.И. Леонов, В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 224 с.
12. Ахияров Р.Ж. Использование магнитогидродинамической обработки для подавления жизнедеятельности бактериальной флоры нефтяных месторождений / Р.Ж. Ахияров, О.Р. Латыпов, А.Б. Лаптев, Д.Е. Бугай // Трубопроводный транспорт, сб. научн. тр. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2006. – С. 20.
13. Николаев О.А. Использование магнитогидродинамической обработки для подавления жизнедеятельности аэробных бактерий и микроводорослей / О.А. Николаев, Р.Ж. Ахияров., О.Р. Латыпов, А.Б. Лаптев и др. // Энергоэффективность. Проблемы и решения: матер. Всеросс. научн.-практ. конф. в рамках VIII Российского энергетического форума. Уфа, 2008. – С. 72-73.
14. Исанбаев Н.Г. Магнитная микробиологическая ячейка для исследования жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий / Н.Г. Исанбаев, О.Р. Латыпов, Р.Ж. Ахияров, Д.Е. Бугай // Матер. 58-ой научн.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – С. 132.
15. Бахир В.М., Электрохимична активація: універсальний прилад зеленої хімії / В.М. Бахир, Ю.М. Задорожний, Б. І. Леонов, С. А. Паничева, В. І. Прилуцький // Москва: ВНИИМТ. – 2005. – С. 12

REFERENCES

1. Pankov N.O. The influence of electrochemically activated water on the enzymatic activity of alcoholic yeast / N.O.Pankov, L.Ya.Palyanitsa, R. B. Nosov, N.I. Berezovska // Technologies of organic and inorganic substances. – 2013. –No. 3/6 (63). – P. 29.
2. Kim, Mi-Ja. Preservative effect of electrolyzed reduced water on pancreatic β -Cell mass in diabetic db/db mice / Mi-Ja Kim, Kyung Hee Jung, Yoon Kyung Uhm, Kang-Hyun Leem, Hye Kyung Kim // Biological & Pharmaceutical Bulletin. – 2007. – V. 30(2). – P. 234.
3. Kurtov V.D. About the amazing properties of electroactivated water / Veniamin Dmitrievich Kurtov. – K.: GUICT, 2011. – 236 p.
4. Hanaoka K. Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solutions / K. Hanaoka // Journal of Applied Electrochemistry. – 2001. – № 31. – P.1309.
5. Golokhvast K. S. Prospects for using electrochemical activation of solutions / K. S. Golokhvast, D. S. Ryzhakov, V.V. Chayka, A.N. Gulkov // Water: chemistry and ecology. – 2011. – №2. – P.23.

6. Bahir V.M. Electrochemical activation: a key to ecologically clean water treatment technologies / V.M. Bahir // Water supply and sewerage. – 2012. – No. 1-2. – P.89.
7. Ye J. Inhibitory effect of electrolyzed reduced water on tumor angiogenesis / J. Ye, Y. Li, T. Hamasaki, N. Nakamichi, T. Komatsu, T. Kashiwagi, K. Teruya, R. Nishikawa, T. Kawahara, K. Osada, K. Toh, M. Abe, H. Tian, S. Kaba yama, K. Otsubo, S. Morisawa, Y. Katakura, S. Shirahata // Biological & Pharmaceutical Bulletin. – 2008. – V. 31(1). – P. 21.
8. Franchuk G.M. Urboekologiya and technoecology: textbook / G.M. Franchuk, O.I. Zaporozhets, G.I Arkhipova – K.: Vt. Nats. aviator Un "NaU-Print", 2011. – 496 pp
9. Palyannytsia L. Y. Stimulants of enzymatic activity of alcoholic yeast / L. Ya. Pankiv, N. O. Pankov, R. B. Kosiv, N. I. Berezovska, T. V. Harandiuk // National University "Lviv Polytechnic". – 2016. – №8. – P.205.
10. Pat. to utility model 49812 Ukraine, IPC (2009), C12Q 1/00, C12M 1/00, C12M 1/34. Method of determining the intensity of pigmentation in bacteria / Rilsky O.F., Dombrovsky KO, Gorokhovskiy E.Yu., Zhilenko AV; Applicant and patent holder of ZNU. – № u200912311; stated. November 30, 2009; has published May 11, 2010, Byul. № 9, 2010
11. Leonov B.I. Physicochemical aspects of biological action of electrochemically activated water / B.I. Leonov, V.I. Prilutsky, V.M. Bahir – Moscow: VNIIMIT, 1999. – 224 p.
12. Akhiyarov R. Zh. Use of Magnetic Hydrodynamic Treatment to Suppress the Vital Activity of Bacterial Flora of Oil Fields / R. Zh. Akhiyarov, O.R. Latypov, A.B. Laptev, D.E. Bugai // Collection of Scientific Works of «Pipeline Transportation. – 2006. – P. 20.
13. Nikolaev O.A. Use of Magnetic Hydrodynamic Treatment to Suppress the Vital Activity of Aerobic Bacteria and Microalgae / O.A. Nikolaev, R.Zh. Akhiyarov, O.R. Latypov, A.B. Laptev e.a. // Proceedings of VIII All-Russian Scientific and Practical Conference «Power Efficiency. Problems and Solutions» within the Frames of the VIII Russian Power Forum, Ufa. – 2008, – pp. 72-73.
14. Isanbaev N.G. Magnetic Microbiological Cell to Study Vital Activity of Sulfate Reducing Bacteria / N.G. Isanbaev, O.R. Latypov, R.Zh. Akhiyarov, D.E. Bugai // Proceedings of 58 Scientific and Technical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists, Ufa, UGNTU. – 2007. – pp. 132.
15. Bakhir V. M. Electrochemical activation universal instrument of green chemistry / V.M. Bakhir, Yu. G. Zadorozhny, B. I. Leonov, S. A. Panicheva, V. I. Prilutsky // Moscow: VNIIMT. – 2005. – P.12

Рецензенти: Доля В.С., д.фарм.н., професор кафедри фармакогнозії, фармакології та ботаніки Запорізького державного медичного університету;
Бражко О.А., д.б.н., професор, зав каф. хімії ЗНУ.