

УДК 582.28 : [665.52+661.163.2]

Т. Кондратюк, канд. біол. наук, А. Калініченко, студ.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ**СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА РЕОРГАНІЗАЦІЯ ДИМОРФНИХ ЧОРНИХ ДРІЖДЖІВ
EXOPHIALA ALCALOPHILA ПІД ВПЛИВОМ РОСЛИННИХ ЕФІРНИХ ОЛІЙ**

Досліджено антифунгальний вплив рослинних ефірних олій *Cariophyllus aromaticus L.*, *Foeniculum vulgare Mill.*, *Lavandula angustifolia Mill.*, *Mentha piperita L.*, *Melaleuca alternifolia Maid.*, *Origanum vulgare L.*, *Pelargonium roseum Wild.*, *Thymus vulgaris L.* та біоциду бензалконію хлориду на чорні дріжджі *Exophiala alcalophila Goto et Sugiy.* З використанням диско-дифузійного методу встановлено високий рівень антифунгальної активності *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum* та *C. aromaticus*. За ступенем антифунгальної дії вказані ефірні олії (без розведення та у концентрації 75%) подібні до впливу 3%-ого бензалконію хлориду. Показано, що під впливом бензалконію хлориду та ефірних олій *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum*, *C. aromaticus* відбувається структурно-функціональна реорганізація *E. alcalophila*: зміни морфометричних показників клітин, морфології колоній, інтенсивності брунькування, диморфний перехід *E. alcalophila* "дріжджі – міцелій". Зазначені зміни є проявом широких адаптаційних властивостей дослідженої культури чорних дріжджів.

Ключові слова: чорні дріжджоподібні гриби, рослинні ефірні олії, антифунгальний вплив, адаптаційні зміни.

Вступ. Термін "чорні дріжджоподібні гриби" (ЧДГ), або "чорні дріжджі", застосовують для опису таксономічно та філогенетично гетерогенної групи мікроскопічних грибів, загальною особливістю яких є меланізація клітинної стінки та утворення дочірніх клітин шляхом полярного або багатобічного брунькування [1]. Рід ЧДГ *Exophiala* J.M. Carmich. належить до групи анаморфних, має філогенетичну приналежність до порядку *Chaetothyriales* (відділ *Ascomycota*). За інформацією, що міститься у базі даних Міжнародного Мікологічного інституту САВІ "Index Fungorum", до роду *Exophiala* сьогодні включено 40 видів [2]. Види роду *Exophiala* утворюють клітини, що брунькуються, та характеризуються диморфізмом, тобто здатністю формувати в різних умовах такі два різні морфологічні типи (форми), як "дріжджі" та "гіфи" [3]. Перехід від однієї форми росту ЧДГ до іншої – складний процес, який залежить від багатьох факторів оточуючого середовища. Еколого-біологічна роль такого адаптивного пристосування достатньо очевидна – це дозволяє виду успішно взаємодіяти із середовищем існування та адекватно реагувати на його зміни. Для літобіотних угруповань мікроміцетів і зокрема для ЧДГ, яким властивий міцеліально-дріжджовий диморфізм, було введено поняття адаптивного морфологічного потенціалу – сукупності форм росту, до утворення яких здатен кожен конкретний вид [4]. Багатьом меланізованим стрес-толерантним грибам притаманний широкий спектр адаптаційних механізмів, що робить їх здатними до розвитку на різноманітних антропогенно-змінених субстратах. Так, небезпечні для здоров'я людини ЧДГ роду *Exophiala* (*E. dermatitidis*, *E. phaeoauriformis*) виявлено в угрупованнях мікроскопічних грибів, що спричиняють пошкодження різних поверхонь у вологих приміщеннях (стіни ванних, душових кімнат тощо), побутових приладів (полімерні та гумові матеріали пральних та посудомийних машин, холодильників та ін.). Показано, що за несприятливих для існування умов (зміни терморегімів, кислотності тощо) вказані чорні дріжджі здатні утворювати екстремотолерантні екотипи, які морфологічно представлені меристематичними, сильно меланізованими клітинами, зібраними у кластери, які подібні до муральних конідій. З

урахуванням здатності ЧДГ роду *Exophiala* зберігати життєздатність та утворювати різні морфологічні типи за умов спільного впливу широкого діапазону температур, рН та вмісту солей їх віднесено до групи поліекстремотолерантних грибів [5-7]. До складу роду *Exophiala* входять численні представники опортуністичних та патогенних видів, здатних викликати тяжкі захворювання у людей та представників тваринного світу, зокрема риби на рибних фермах [3, 8-11].

Враховуючи здатність грибів роду *Exophiala* виживати за різних умов середовища, їх високі адаптаційні властивості та збільшення кількості ізолюваних представників даного роду з різноманітних антропогенних субстратів в оточенні людини актуальною задачею сьогодні є пошук та дослідження сполук з антифунгальною дією. Природні сполуки, що володіють широким спектром біоцидної дії, зокрема ефірні олії, заслуговують на особливу увагу [12-16].

Метою роботи було охарактеризувати характер впливу рослинних ефірних олій *Cariophyllus aromaticus L.*, *Foeniculum vulgare Mill.*, *Lavandula angustifolia Mill.*, *Mentha piperita L.*, *Melaleuca alternifolia Maid.*, *Origanum vulgare L.*, *Pelargonium roseum Wild.*, *Thymus vulgaris L.* та біоциду бензалконію хлориду на чорні дріжджі *Exophiala alcalophila Goto et Sugiy.*

Матеріали та методи. Матеріалом для досліджень слугувала чиста культура чорних дріжджів *Exophiala alcalophila* FCKU 304 з колекції мікроскопічних грибів-деструкторів Київського національного університету імені Тараса Шевченка (міжнародний акронім колекції – FCKU). Дана культура ЧДГ була ізолювана нами з пошкодженого акрилового герметіку в умовах високої вологості приміщення [17, 18]. Видову приналежність вказаних ЧДГ було встановлено нами за результатами проведених молекулярно-генетичних досліджень [19]. Як і при проведенні попередніх досліджень [20] при виборі ефірних олій (ЕО) ми керувалися даними про відомі фунгіцидний та/або бактерицидний ефекти ЕО, зазначеними у літературі [21] (таблиця).

Таблиця. Перелік рослин, ефірні олії яких використані у дослідженнях

Українська назва	Латинська назва	Хімічний склад ефірної олії*
Герань рожева	<i>Pelargonium roseum</i> Wild.	Переважаю терпеноїди, терпенові спирти: цитронеллол, гераніол, нерол, ліналоол, альфа-терпінеол, альфа-пінен, лимонен тощо.
Гвоздичне дерево	<i>Cariophyllus aromaticus</i> L.	70 – 85 % евгенолу, до 13% ацетатевгенолу, карфілен, сексвітерпени, α- та β-пінени та ін.
Лаванда вузьколиста	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Ліналілацетат (35 – 55%), ліналоол (30 – 35%), терпін-4-ол (до 5%), лавандулілацетат та ін.
Материнка звичайна	<i>Origanum vulgare</i> L.	Карвакрол, тимол (5-15%), бета-каріофіллен, гемакрен альфа-пінен, камфен, мирцен, альфа-фелландрен, карен, лімонен та ін.

Продовження табл.

Українська назва	Латинська назва	Хімічний склад ефірної олії*
М'ята перцева	<i>Mentha piperita</i> L.	Ментол у вільному вигляді (40 – 60 %) і у вигляді оцтового та ізовалеріанового ефірів (4 – 15 %), ментон (3 – 12 %), оцтовий і ізовалеріановий альдегіди, пінен, тощо.
Фенхель звичайний	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Метиліові ефіри анетолу, метілхавікол (3-15 %), кетон фенхон (2-22 %), лімонен (1,4-17 %), гамма-терпинен (10,5 %), альфа-пінен (1,4-10 %) тощо.
Чайне дерево	<i>Melaleuca alternifolia</i> Maid.	Сесквітерпенових сполук близько 4%, терпинен-4-ол, альфа-туйен, альфа-і бета-пінен, сабінен, мирцен, альфа-фелландрен, альфа-і гамма-терпинен, цимен, лімонен, 1,8-цинеол та ін.
Чебрець звичайний	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Тимол (до 60%), карвакрол (2-10%), бета-каріофіллен (2-10%), гамма-терпинен (до 12%), пара-цимол (до 20%), пара-цимен, 1,8-цинеол, ліналоол, камфора, борнеол, терпинен-4-ол тощо.

*Примітка: склад ефірних олій вказаний за даними виробника.

При визначенні антифунгального впливу ЕО (придбаних в аптечній мережі), біоциду бензалконію хлориду на культуру дріжджів *E. alcalophila* використовували диско-дифузійний метод та методики оцінювання ступеню антифунгального впливу ЕО, що застосовані нами в попередніх дослідженнях [20]. Окрім нерозведених ЕО досліджували також низку розведень ЕО у стерильній воді в концентраціях 75, 50 та 25% у вигляді емульсій із додаванням 0,01% Твін-80. Дію досліджуваних ЕО порівнювали із дією біоциду бензалконію хлориду (Катаміну АБ) в концентраціях 0,5, 1,5, 2,0 та 3,0 %. Контролем слугувала культура досліджуваних ЧДГ без внесення ефірних олій та біоцидів. Фотографування препаратів грибів здійснювали за допомогою мікроскопу Primo Star компанії Carl Zeiss (Німеччина) та камери Scope Tek, м. Etrek DCM-510, при збільшенні $\times 400$. Довжину та ширину клітин вимірювали за допомогою морфометричної комп'ютерної програми AxioVision 4.8 (Carl Zeiss). Для здійснення аналізу морфометричних показників (довжини та ширини клітин), інтенсивності брунькування, а також діаметру зон затримки росту, вираховували середнє арифметичне та стандартне відхилення за допомогою програми Statistica 12.

Результати та обговорення. За результатами проведених досліджень встановлено, що високий рівень

фунгіцидної дії характерний для ефірних олій *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Pelargonium roseum* та *Cariophyllus aromaticus*: протягом 30 діб культивування ознаки росту *E. alcalophila* на чашках Петрі були відсутні (на противагу наявності росту в контролі).

Решта досліджених ефірних олій проявили фунгістатичний ефект щодо *E. alcalophila*, (рис. 1). Антифунгальний вплив ЕО *Melaleuca alternifolia* оцінений нами як помірний (діаметр зон затримки росту наприкінці культивування становив $9,7 \pm 2,2$ мм), олії *Mentha piperita* та *Foeniculum vulgare* – як слабкий (діаметр зон затримки росту < 10 мм). Найслабший вплив на досліджувані гриби встановлено для ЕО *Lavandula angustifolia*.

В результаті досліджень впливу ЕО *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Cariophyllus aromaticus*, *Pelargonium roseum* на досліджувану культуру ЧДГ у концентраціях 25, 50 та 75 % було виявлено, що вони проявляють високу антифунгальну дію у концентраціях 75 %, олії *Cariophyllus aromaticus* та *Thymus vulgaris* – за 50 %-ї концентрації (росту *E. alcalophila* на чашках Петрі не спостерігали протягом усього періоду культивування) (рис. 2).

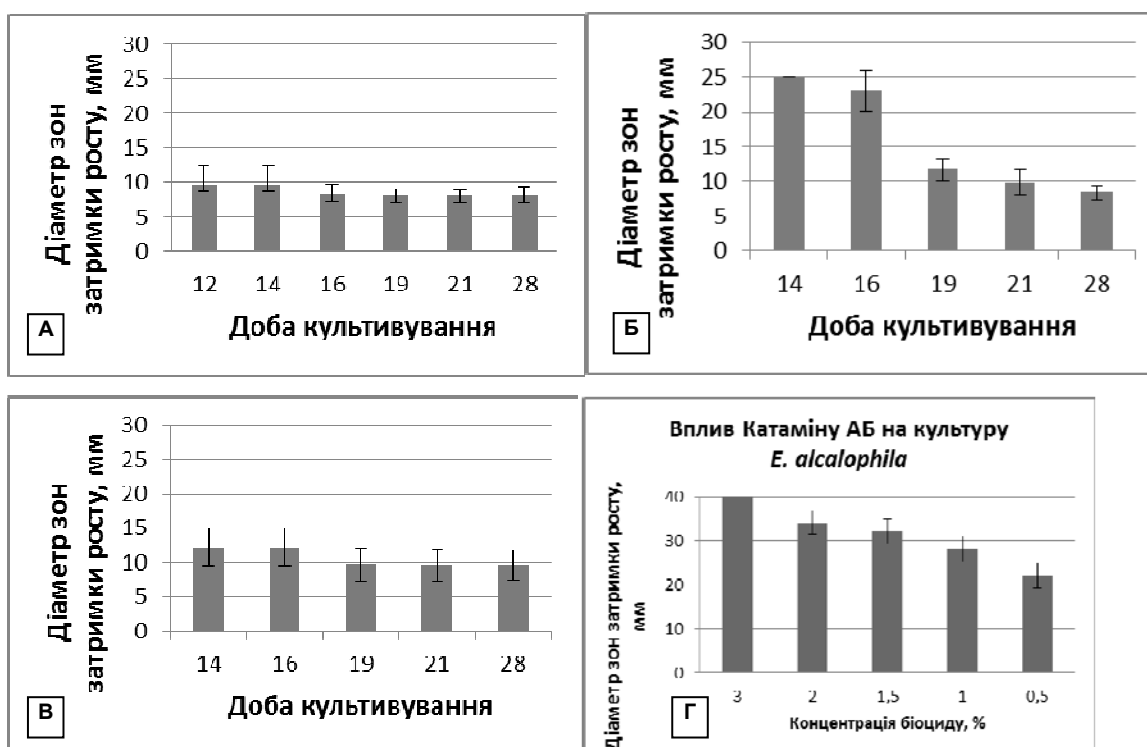


Рис. 1. Фунгістатичний вплив ефірних олій (А – *Foeniculum vulgare*, Б – *Mentha piperita*, В – *Melaleuca alternifolia*) та біоцидний вплив бензалконію хлориду (Катаміну АБ) за різних концентрацій (Г) на *E. alcalophila* (20-а доба культивування)

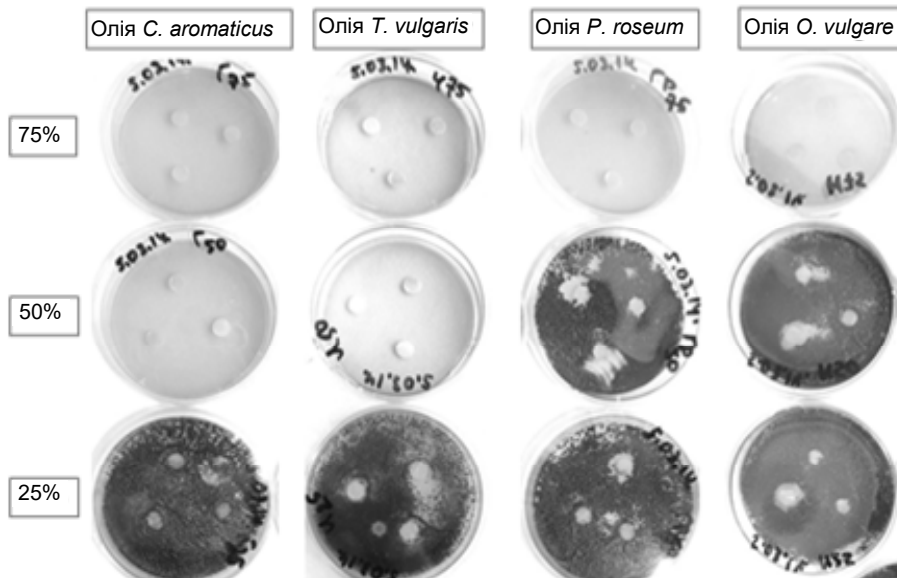


Рис. 2. Вплив ефірних олій *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Cariophyllus aromaticus*, *Pelargonium roseum* у різних концентраціях на культуру *E. alcalophila*

Встановлено, що за концентрації 3% бензалконію хлориду ріст культури *E. alcalophila* був відсутній. За умов впливу Катаміну АБ у концентраціях 2, 1.5, 1 та 0.5 %, спостерігали утворення зон затримки росту, діаметр яких не змінювався протягом усього періоду культивування, що свідчило про стійкий фунгіцидний ефект (рис. 1).

Отже, ЕО *Thymus vulgaris*, *Pelargonium roseum* (без розведення та у концентраціях 75 та 50 %), *Origanum vulgare* та *Cariophyllus aromaticus* (без розведення та у концентрації 75 %) за рівнем антифунгальної дії подібні до впливу біоциду бензалконію хлориду у концентрації 3%.

Результати низки досліджень свідчать про фунгіцидний ефект ефірної олії *Origanum vulgare* щодо грибів роду *Candida* [22, 23]. В значній кількості публікацій охарактеризовано антифунгальний вплив ЕО чайного

дерева (*Melaleuca alternifolia*) на гриби різних видів, у тому числі і дріжджові, стійкі до азолів [23-25]. Зазначається сильний фунгіцидний ефект ЕО з рослин роду *Thymus*, а також синергізм дії за умов поєднання даної ефірної олії з клотримазолом [26, 27].

В результаті проведених нами досліджень встановлено утворення міцеліальних структур та псевдоміцелію тест-культурою *E. alcalophila* під впливом ЕО *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Pelargonium roseum* та *Cariophyllus aromaticus* та бензалконію хлориду, що свідчить про здатність *E. alcalophila* до структурно-функціональної реорганізації в умовах впливу антифунгальних препаратів. У той же час в контролі було виявлено лише поодинокі міцеліальні структури (рис. 3).

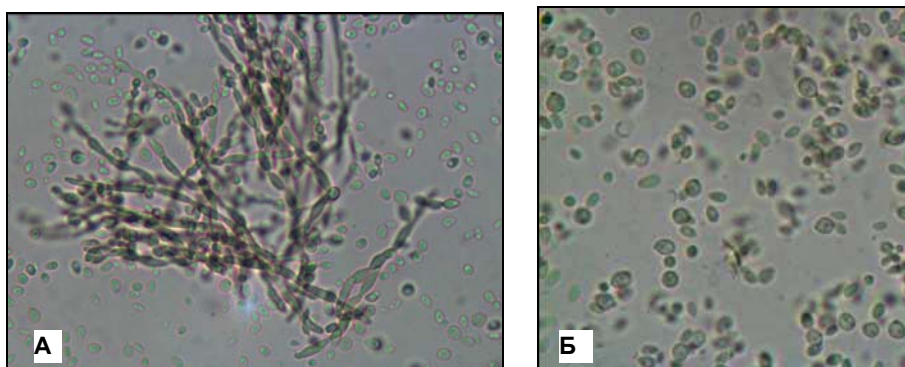


Рис. 3. Дріжджові клітини та псевдоміцелій *Exophiala alcalophila* під впливом ефірної олії *Pelargonium roseum* 50% (А), Б – контроль, $\times 400$

В попередніх дослідженнях нами було показано, що подібні диморфні переходи "міцелій-дріжджі", зміни морфометричних показників клітин, морфології колоній та інтенсивності брунькування були характерні для *E. alcalophila* ЕО як адаптивні реакції-відповіді в умовах антифунгального впливу ЕО *Rosmarinum officinalis* та біоциду полігексаметиленгуанідін-фосфату [20].

Здатність до структурно-функціональної реорганізації за даними літератури, є одним із проявів адаптивних реакцій мікроскопічних грибів в умовах дії стресових факторів або несприятливих умов середовища [28].

Дослідження індукованого переходу "міцелій→дріжджі" під дією ряду морфогенів на прикладі *Phaeoococcomyces exophialae* de Hoog дозволив показати авторам можливість передачі сигналу з оточуючого середовища через аденілат циклазну систему (сАМР) та фосфоінозитидний шлях (за участі Са) та довести, що саме ці посередники відіграють головну роль швидких динамічних змінних у клітинах чорного диморфного гриба *Ph. exophialae* [28, 29]. У науковій літературі є також нечисленні дослідження, що свідчать про вплив ефірних олій на структурно-функціональну реорганізацію диморф-

них грибів. Так, за даними, Rajkowska [30] ефірна олія *Thymus vulgaris* здатна стимулювати утворення псевдоміцелію у *Candida albicans*.

Адаптація живих об'єктів до змін умов існування є прикладом самоорганізації, так як супроводжується такими процесами як збільшення та ускладнення елементів, що складають систему, зміна режимів її функціонування. Імпортфізм широко розповсюджений серед грибів, що викликають системні мікози у людини та тварин (*Exophiala dermatitidis*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Histoplasma capsulatum*, *Candida albicans*, *Sporothrix schenckii*) і визначений як умова існування дріжджової паразитичної та міцеліальної сапротрофної фаз [28, 29]. Оскільки певна відповідна форма клітини може бути поєднана із вірулентністю, встановлення індукуючих факторів диморфних переходів має важливе практичне значення для медицини.

Висновки. Отримані результати дають підстави розглядати рослинні ефірні олії, а також біоцид бензалконіум хлорид як перспективні речовини для створення різноманітних препаратів антифунгальної дії щодо чорних дріжджоподібних грибів. Здатність *E. alcalophila* під впливом ефірних олій та біоциду до структурно-функціональної реорганізації (фазового переходу "дріжджі→міцелій") є проявом адаптивної реакції-відповіді ЧДГ в умовах дії такого стресового фактору як фунгіциди. Ефірні олії *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Pelargonium roseum* та *Cariophyllus aromaticus* є найперспективнішими для подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Sterflinger K. Black Yeasts and Meristematic Fungi: Ecology, Diversity and Identification / K. Sterflinger // Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts. The Yeast Handbook. – 2006. – P. 501–514. Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F3-540-30985-3_20
2. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
3. De Hoog G.S. Waterborne *Exophiala* species causing disease in cold-blooded animals / G.S. de Hoog., V.A. Vicente, M.J. Najafzadeh, M.J. Harak, H. Badali, S. Seyedmousavi // Persoonia. – 2011. – 27. – P. 46–72. doi: 10.3767/003158511X614258
4. Богомолова Е.В. Морфометрическое сравнение сери штаммов диморфных черных дрожжей *Phaeoococcomyces exophialae* / Е.В. Богомолова, Д.Ю. Власов, Л.К. Панина // Микология и фитопатология. – 2000. – Т.34, Вып. 2. – С. 40–47.
5. Hamada N. Comparison of fungi found in bathrooms and sinks / N.Hamada, N. Abe // Biocontrol Science. – 2010. – V. 15. – P. 51–56. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20616432>
6. Zalar P. Dishwashers – a man-made ecological niche accommodating human opportunistic fungal pathogens / P. Zalar, M. Novak, G.S. de Hoog, N. Gunde-Cimerman // Fungal Biol. – 2011. – Oct; 115(10). – P. 997–1007. doi:10.1016/j.funbio.2011.04.007
7. Döğen Aylin Dishwashers are a major source of human opportunistic yeast-like fungi in indoor environments in Mersin, Turkey / Aylin Döğen, Engin Kaplan, Zehra Öksüz, Mehmet Sami Serin, Macit İlkit, G. Sybren de Hoog // Med. Mycol. – 2013. – 51 (5). – P. 493–498. doi:10.3109/13693786.2012.738313
8. Саттон Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди // Под ред. д-ра мед. наук И.Р. Дорожковой. – М., 2001. – 468 с.
9. Озерская С.М. Патогенные грибы: категоризация биологического риска и разнообразие / С.М. Озерская, Н.Е. Иванушкина, Г.А. Кочкина / В кн.: Успехи мед. микол. // Под ред. Ю.В. Сергеева – М., 2007. – Т. 1. – С. 268–282.
10. Matos T. High prevalence of the neurotrope *Exophiala dermatitidis* and related oligotrophic black yeasts in sauna facilities / T. Matos, G.S. de Hoog, A.G. de Boer, I. de Crom, G. Haase // Mycoses. – 2002. – V. 45. – P. 373–377. doi: 10.1046/j.1439-0507.2002.00779.x
11. Lian X., de Hoog G.S. Indoor wet cells harbour melanized agents of cutaneous infection / X. Lian, G.S. de Hoog // Med. Mycol. – 2010. – 48, N 4. – P. 622–628. doi: 10.3109/13693780903405774.

12. Бадалян С.М. Исследование природных противогрибковых средств растительного происхождения / С.М. Бадалян, А.В. Топчян // Успехи мед. микологии. – М., 2003. – С. 88–90.

13. Ермакова Т.С. Антимикотическое действие эфирных масел на дрожжеподобные и плесневые грибы / Т.С. Ермакова, Л.П. Титов // Успехи мед. микологии. – М., 2003. – С. 95–96.

14. Быкова Л.П. Противогрибковая активность некоторых эфирных масел / Л.П. Быкова, О.А. Седельникова, Ю.В. Корначева, А.П. Годовалов // Проблемы мед. микологии. – 2011, Т.13. – № 2. – С. 66–67.

15. Cox S.D. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil) / S.D. Cox, C.M. Mann, J.L. Markham, H.C. Bell, J.E. Gustafson, J.R. Warrington, S.G. Wyllie // J. Appl. Microbiol. – 2000. – V. 88. – P. 170–175. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10735256>

16. Giordani R. Action anticandidosique des huiles essentielles : leur utilisation concomitante avec des médicaments antifongiques / R. Giordani, J. Kaloustian // Phytothérapie. – August 2006. – V. 4, Issue 3. – P. 121–124. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10298-006-0165-7>

17. Кондратюк Т.А. Биопленка на синтетических полимерных материалах в условиях повышенной влажности помещений / Т.А. Кондратюк // Иммунология, алергология, інфектологія – 2010, Т. 1. – С. 65–66.

18. Кондратюк Т. Чорні дріжджоподібні гриби *Exophiala alcalophila* Goto et Sugly із пошкодженого герметика в умовах високої вологості приміщень / Т. Кондратюк // Modern Phytomorphology – 2013. – Т.3. – С. 225–229.

19. Кондратюк Т.О., Джеонг М.-Х., Хо Дж.-С., Кондратюк С.Я. Філогенетичний аналіз мікроскопічних грибів родів *Cladosporium* та *Exophiala* за ядерною ДНК / Т.О. Кондратюк, М.-Х. Джеонг, Дж.-С. Хо, С.Я. Кондратюк // Молекулярна філогенія і сучасна таксономія наземних спорових рослин. – Київ, 2013. – С. 80–95.

20. Кондратюк Т. Вплив ефірних олій та полігексаметиленгуанідину на чорні дріжджоподібні гриби *Exophiala alcalophila* / Т. Кондратюк, А. Калиніченко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, серія "Біологія". – 2014. – Т. 3(68). – С. 75–79.

21. Фитонциды в медицине / Отв. ред. А.М. Гродзинский. – Киев, 1990. – 216 с.

22. Manohar Vijaya Antifungal activities of origanum oil against *Candida albicans* / Vijaya Manohar, Cass Ingram, Judy Gray, Nadeem A. Talpur, Bobby W. Echard, Debasis Bagchi, arry G. Preuss // Molecular and Cellular Biochemistry. – December 2001. – V. 228, Issue 1–2. – P. 111–117. doi: 10.1023/A:1013311632207

23. Bakkali F. Biological effects of essential oils – A review / F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, M. Idaomar // Food and Chemical Toxicology. – February 2008. – V.46, Issue 2. – P. 446–475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106

24. Nenoff P. Antifungal Activity of the Essential Oil of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree Oil) against Pathogenic Fungi in vitro / P. Nenoff U.F. Hausteiner, W. Brandt // Skin Pharmacol. – 1996. – V.9. – P. 388–394. doi:10.1159/000211450

25. Mondello F. In vivo activity of terpinen-4-ol, the main bioactive component of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree) oil against azole-susceptible and -resistant human pathogenic *Candida* species / F. Mondello, Flavia de Bernardis, Antonietta Girolamo, Antonio Cassone, Giuseppe Salvatore // BMC Infectious Diseases – 2006. – V. 6. – P. 158. doi:10.1186/1471-2334-6-158

26. Kim Ji-Hyun In vivo anti-fungal activity of the essential oil fraction from *Thymus* species and in vitro synergism with Clotrimazole / Ji-Hyun Kim, Seungwon Shin // Natural Product Sciences. – 2007. – V. 13, № 3. – P. 258–262. Available from: http://210.101.116.28/W_files/kiss2/05004329_pv.pdf

27. Abe S. Anti- *Candida albicans* activity of essential oils including Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil and its component, citral / S. Abe, Y. Sato, S. Inoue, H. Ishibashi, N. Maruyama, T. Takizawa, H. Oshima, H. Yamaguchi // Japanese J. of Medical Mycology. – 2003. – V.44(4). – P. 285–291. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14615795>

28. Панина Л.К. Структурно-функціональна реорганізація мікроміцетів в процесах формообрання і росту на труднодоступних субстратах / Л.К. Панина [дисертація] Санкт-Петербург: СПб-й Гос. університет; 2000. – Росія.

29. Bogomolova E.V. On the nature of the microcolonial morphology of epilithic black yeasts *Phaeoococcomyces* de Hoog / E.V. Bogomolova, D.Yu. Vlasov, L.K. Panina // Doklady of Russian Academy of Sciences. – 1998. – V. 363, № 5. – P. 707–709.

30. Rajkowska K. The effect of thyme and tea tree oils on morphology and metabolism of *Candida albicans* / Rajkowska K., A. Kunicak-Styczyńska, M. Maroszyńska, M. Dąbrowska // Acta Biochimica Polonica. – 2014. – Vol. 61, No 2/2014 – P. 305–310. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24918492>

Надійшла до редколегії 09.12.15

Т. Кондратюк, канд. биол. наук, А. Калиніченко, студ.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РЕОРГАНИЗАЦИЯ ДИМОРФНЫХ ЧОРНЫХ ДРОЖЖЕЙ *EXOPHIALA ALCALOPHILA* ПОД ВЛИЯНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

Исследовано антифунгальное влияние растительных эфирных масел *Cariophyllus aromaticus* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L., *Melaleuca alternifolia* Maid., *Origanum vulgare* L., *Pelargonium roseum* Wild., *Thymus vulgaris* L. и биоцида бензалкония хлорида на черные дрожжи *Exophiala alcalophila* Goto et Sugiy. С использованием диско-диффузионного метода установлено

высокий уровень антифунгальной активности *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum* и *C. aromaticus*. По степени антифунгального действия на *E. alcalophila* указанные эфирные масла (без разведения и в концентрации 75%) подобны влиянию 3%-ого бензалкония хлорида. Показано, что под влиянием бензалкония хлорида и эфирных масел *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum*, *C. aromaticus* происходит структурно-функциональная реорганизация *E. alcalophila*: меняются морфометрические показатели клеток, морфология колоний, интенсивность почкования, происходит диморфный переход *E. alcalophila* "дрожжи – мицелий". Указанные изменения являются проявлением широких адаптационных свойств исследованной культуры черных дрожжей.

Ключевые слова: черные дрожжеподобные грибы, растительные эфирные масла, антифунгальное влияние, адаптационные изменения.

T. Kondratiuk, PhD, A. Kalinichenko, stud.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

STRUCTURAL-FUNCTIONAL REORGANIZATION OF DIMORPHOUS BLACK YEAST-LIKE FUNGI *EXOPHIALA ALCALOPHILA* UNDER INFLUENCE OF PLANT ESSENTIAL OILS

*Antifungal influence of essential oils of the following plants *Cariophyllus aromaticus* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L., *Melaleuca alternifolia* Maid., *Origanum vulgare* L., *Pelargonium roseum* Wild., *Thymus vulgaris* L., and benzalconium chloride on black yeast-like fungi *Exophiala alcalophila* Goto et Sugiy was investigated. High level of the antifungal influence of plant oils of *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum* and *C. aromaticus* was found with the usage of disc-diffusion method. The influence of plant essential oils mentioned is similar to influence of 3% benzalconium chloride. The following structural-functional reorganization of *Exophiala alcalophila*, i.e.: exchange of morphometric indices of cells, colony morphology, intensity of budding, dimorphous transition 'yeast-mycelium' were observed under influence of benzalconium chloride and plant essential oils of *O. vulgare*, *Th. vulgaris*, *P. roseum* and *C. aromaticus*. These exchanges illustrate wide adaptation possibilities of black yeast culture investigated.*

Key words: black yeast fungi, plant essential oils, antifungal influence, adaptation exchanges.

УДК 001.8:539.5:591.85:591.3

О. Яценко, старший викладач
Національний технічний університет "КПІ", Київ

ЕРИТРОМЕТРИЯ У ВИВЧЕННІ АДАПТИВНИХ ТА РЕАКТИВНИХ СТАНІВ СПОРТСМЕНІВ ВПРОДОВЖ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Проведено аналіз індивідуальних особливостей змін показника мінливості еритроцитів (ПМЕ) та співвідношення різних типів клітин еритроциту у обстежених баскетболістів впродовж тренувального процесу. Всього було обстежено 7 спортсменів впродовж 13-16 тижнів тренувального процесу. В отриманих незабарвлених мазках крові розраховували показник мінливості еритроцитів (ПМЕ) шляхом підрахунку 15 груп еритроцитів, систематизованих у групи. На основі групування для кожного спортсмена впродовж зазначених періодів тренування будувались графіки відсоткового вмісту різних видів еритроцитів (ВВРВЕ) в еритроциті. При вивченні особливостей стану дефінітивних компонентів еритроциту у спортсменів-баскетболістів виявлені очевидні індивідуальні особливості змін як ПМЕ, так й розподілу складових компонентів еритроциту. У обстежених спортсменів клубної команди НТУУ "КПІ" на основі обраних морфометричних засобів вивчення еритроциту встановлені індивідуальні особливості прояву реактивних, адаптивних та протостувальних змін цілісного організму впродовж різних часових періодів тренувального процесу.

Ключові слова: еритроцит, еритрометрія, адаптація, спортсмени, тренувальний процес.

Вступ. В сучасних наукових дослідженнях цитологічний підходи з метою вивчення адаптивних та реактивних станів людини набувають все зростаючого використання. Цей підхід в повній мірі відноситься до еритрометрії, яка завдяки саме українській науковій школі за останні двадцятиріччя широко використовується в різних експериментальних та клінічних дослідженнях (пренатальний та постнатальний онтогенез, космічна та спортивна медицина, медицина надзвичайних ситуацій та екстремальних професій) [1-7].

В даному повідомленні приведений аналіз індивідуальних особливостей змін показника мінливості еритроцитів (ПМЕ) та співвідношення різних груп клітин еритроциту у обстежених баскетболістів впродовж тренувального процесу.

Об'єкт дослідження. Незабарвлені мазки крові спортсменів баскетбольної команди НТУУ "КПІ".

Матеріал та методи дослідження. Всього було обстежено 7 спортсменів впродовж 13-16 тижнів тренувального процесу. Перед кожним тренуванням у спортсменів брали аналіз крові. З незабарвлених мазків крові мали можливість отримати зображення еритроцитів та застосувати методику еритрометрії, яка була розроблена автором. Її основу складає розрахунок показника мінливості еритроцитів (ПМЕ) шляхом підрахунку 15 груп еритроцитів, систематизованих в такі групи: **a** – зовні незмінні еритроцити (нормоцити), **b₁** – помірно змінні еритроцити (ехіноцит₁, ехіноцит₂), **b₂** – помірно змінні еритроцити (стоматоцит₁, стоматоцит₂, стомато-

цит₃), **b_{2'}** – помірно змінні еритроцити (мішенеподібні), **b₃** – помірно змінні еритроцити (овалоцити), **c** – група виражених змін еритроцитів (ехіноцит₃, ехіноцит₄, стоматоцит₄, сфероцит), **d** – значні зміни еритроцитів (мішенеподібні₂, дрепаноцити, акантоцити). На основі такого групування для кожного спортсмена впродовж зазначених періодів тренування будувались графіки відсоткового вмісту різних видів еритроцитів (ВВРВЕ) в еритроциті. Загальна оцінка ПМЕ здійснювалась за шкалою: "норма" – $0 < \text{ПМЕ} < 0,5$; "незначні зміни" – $0,51 < \text{ПМЕ} < 1,5$; "помірні зміни" – $1,51 < \text{ПМЕ} < 2,5$; "виражені зміни" – $2,51 < \text{ПМЕ} < 5,0$; "значні зміни" – $\text{ПМЕ} > 5,0$.

Отримані результати. При вивченні особливостей стану дефінітивних компонентів еритроциту у спортсменів-баскетболістів виявлені очевидні індивідуальні особливості змін як ПМЕ, так й розподілу складових компонентів еритроциту. У цьому аспекті обстежені баскетболісти були поділені на три групи (I, II, III), детальний аналіз яких приведений в раніше виконаних дослідженнях [6].

Для I групи (приклад – Баскетболіст № 2) було характерним високе стартове (на момент першого забору крові) значення ПМЕ – на рівні "виражені зміни" еритроциту, що виключає допуск спортсмена до напружених навантажень і він потребує реабілітаційних заходів. В конкретному випадку є можливим констатувати, що лише з четвертого тижня помірних тренувань (ПМЕ = 0.75) спортсмен може залучатись до інтенсивних тренувань перед змаганнями (рис. 1).