

УДК 582.28

Т. Кондратюк, канд. біол. наук, Т. Акуленко, інж., Є. Торгалло, канд. біол. наук,  
Т. Берегова, д-р біол. наук, Л. Остапченко, д-р біол. наук  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

## ЗАЛЕЖНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ БІОМАСИ ПРОДУЦЕНТОМ МЕЛАНІНУ *PSEDONADSONIELLA BRUNNEA* (MERIPILACEAE, AGARICOMYCOTINA) ВІД СКЛАДУ КУЛЬТУРАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

Метою роботи було встановлення залежності накопичення біомаси продуцентом меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* від складу культурального середовища. У дослідженнях використовували 14 різних культуральних середовищ: стандартні рідкі живильні середовища (Malt extract broth (MEB), Сабу́ро, картопляно-глюкозний бульо́н), а також оригінальні (модифіковані) живильні середовища, основою яких слугували МЕБ, ячмінно-солодовий екстракт та Nutrient Broth. До складу модифікованих середовищ вводили різні складові, зокрема 0,9 % NaCl, моноцукри (D-глюкозу, фруктозу, D(+)-ксилозу), дисахариди (сахарозу, D(+)-мальтозу, D-лактозу) тощо. Культивування *Ps. brunnea* здійснювали за рН 3-4, температури  $+24\pm 2^\circ\text{C}$  упродовж 28 діб. Аналіз результатів проведених досліджень свідчить, що для накопичення біомаси продуцентом меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* найоптимальнішими є рідкі живильні середовища МЕБ, Сабу́ро, ячмінно-солодовий екстракт (ЯСЕ) з додаванням до ЯСЕ пептону ферментативного (1 %), дріжджового екстракту (0,5 %) та суміш вказаних середовищ у різних співвідношеннях.

**Ключові слова:** меланін, чорні дріжджоподібні гриби, біомаса.

**Вступ.** Вектор розвитку сучасної біотехнології спрямований на використання потенціалу різних мікроорганізмів для отримання біологічно активних сполук (БАС). Мікроорганізми, які розвиваються за умов дії екстремальних факторів довкілля, визнані потужним джерелом синтезу метаболітів із широким спектром протимікробної, антифунгальної, протипухлинної та ін. властивостей, є об'єктами фармацевтичної індустрії, застосовуються в медицині, різнопланових біотехнологічних процесах тощо [1–3]. Окремим аспектом використання мікроорганізмів-продуцентів БАС постає їх здатність до синтезу та накопичення різноманітних пігментів, зокрема меланіну. Меланіни утворюють своєрідну групу пігментів, що синтезуються в живих організмах – як у про-, так і у еукаріотів. Відомо, що меланінам притаманний широкий спектр біологічної дії: антиоксидантний, цитопротекторний, фото- і радіопротекторний тощо, вони можуть використовуватися як сорбенти низки радіонуклідів та важких металів. З використанням сучасних методів молекулярно-генетичних досліджень описано значне видове різноманіття мікроскопічних темнопігментованих грибів, ізольованих з екстремальних місцевостей. Чорні дріжджоподібні гриби (ЧДГ), які здатні синтезувати меланін, посідають особливе місце серед мікроскопічних грибів, перспективних щодо використання в медицині [4–7]. Дані сучасних досліджень не тільки розширюють уявлення щодо багатофункціональності меланінів у екстремофілних грибів, але можуть також використовуватися в ефективних стратегіях використання їх властивостей для створення нового класу біологічно активних високотехнологічних матеріалів, протигрибкових препаратів тощо [7 – 14].

У попередніх дослідженнях нами було з'ясовано культурально-морфологічні, фізіолого-біохімічні та генетичні особливості штаму антарктичних чорних дріжджоподібних грибів *Pseudonadsoniella brunnea* Т.О. Kondratyuk et S.Y. Kondr., які здатні синтезувати та екскретувати у культуральне середовище меланін, який являє собою природний біополімер поліфенолкарбоновий комплекс. Отримані нами дані молекулярно-генетичних досліджень депозитовано у Всесвітньому Генетичному банку (№ KT456204) [15, 16]. Багаторічні дослідження, проведені щодо властивостей меланіну, продуцентом якого є *Ps. brunnea*, показали, що меланін проявляє цитопротекторну, стрес-протекторну, антибактеріальну, антифунгальну, антиоксидантну, дерматотропну, протипухлинну дію тощо. Це дозволяє розглядати його як перспективну субстанцію для ряду лікарських препаратів з численними позитивними властивостями [17, 18].

Як ми показали, ріст культури ЧДГ *Pseudonadsoniella brunnea* за рН 5-6 на стандартних щільних живильних середовищах (сусло-агар (МЕА), картопляно-глюкозний агар, агар Чапека–Докса) дуже обмежений (накопичення біомаси практично відсутнє), що ускладнює зберігання вказаних дріжджів у колекції та використання їхньої біомаси в процесі виробництва меланіну. Найсприятливішими середовищами для розвитку *Ps. brunnea* було визнано напіврідкі та рідкі культуральні середовища [15]. З урахуванням властивостей меланіну, що продукується чорними дріжджоподібними грибами *Ps. brunnea*, проведення подальших досліджень у напрямі з'ясування оптимальних умов культивування вказаного продуценту меланіну, актуальне та перспективне.

Метою роботи було встановлення залежності накопичення біомаси продуцентом меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* від складу культурального середовища.

**Матеріали та методи.** Матеріалом для досліджень слугувала чиста культура антарктичних ЧДГ *Pseudonadsoniella brunnea* 470 FCKU (продуцент меланіну), що зберігається в Колекції мікроскопічних грибів ННЦ "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка (міжнародний акронім колекції FCKU), реєстраційний номер *Ps. brunnea* у Депозитарії Державного науково-контрольного Інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів № 607 [19].

Для досліджень в роботі використовували 14 різних культуральних середовищ: як стандартні рідкі живильні середовища (Malt extract broth (MEB), рідке середовище Сабу́ро, картопляно-глюкозний бульо́н (PDB) виробництва "Фармактив", Україна; Merck KGaA, Німеччина; HiMedia Laboratories, Індія, Conda, Іспанія), так і оригінальні (модифіковані) живильні середовища основою яких слугували МЕБ, ячмінно-солодовий екстракт (ЯСЕ №3 виробництва "Крохмалепродукти України") та Nutrient Broth (NB) виробництва Biolife, Італія. Для приготування модифікованого середовища МЕБ (Conda, Іспанія) використовували його подвійну концентрацію (38 г/л) та 0,9 %-й розчин NaCl (MEB та NaCl брали у співвідношенні 1:1). У середовище із ЯСЕ (6,2 % за ареометром) додавали пептон ферментативний (1 %) та дріжджовий екстракт (0,5 %) (виробництва "Фармактив", Україна та HiMedia Laboratories, Індія, відповідно). З урахуванням складу Nutrient Broth (0,3 % м'ясний екстракт, 0,5 % пептону) в культуральне середовище додатково вносили 0,5 % дріжджового екстракту та додавали різні вуглеводні в концентрації 2 %: моноцукри –

D-глюкозу, фруктозу, D(+)-ксилозу та дисахариди – D(+)-мальтозу, D-лактозу (виробництва "Фармактив", Україна). З урахуванням раніше отриманих результатів щодо культурально-морфологічних особливостей *Ps. brunnea* [15] використовували також рідке оригінальне глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (O-GPY), яке поєднувало у своєму складі Nutrient Broth, ЯСЕ, глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (із вмістом 10 % глюкози, 1 % пептону, 1 % дріжджового екстракту) і середовище Сабуро (1:1:1:1), а також пептонну воду із сахарозою (3 %) та пептонну воду з глюкозою (2 %).

Ураховуючи здатність *Ps. brunnea* рости за низьких значень кислотності, регулювання pH культуральних середовищ здійснюється додаванням 1М соляної кислоти або стерильної 80 %-ї молочної кислоти. Культивування *Ps. brunnea* здійснювали за pH 3-4, температури +24±2 °C упродовж 28 діб. Біомасу *Ps. brunnea* від культурального середовища відділяли центрифугуванням (2800 об/хв.) упродовж 15 хв (Centrifuge CM-6M, ELMi).

Статистичну обробку результатів проводили за загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Отримані результати перевіряли на нормальність за

допомогою W теста Шапіро-Уїлка. Так як одержані результати виявились нормально розподіленими, порівняння різниці між контрольними та дослідними варіантами проводили за допомогою Anova-аналізу для незалежних вибірок, рівень значущості  $p < 0,05$ . Отримані дані представлені у вигляді середнього значення (M) і стандартного відхилення (SD).

**Результати та їх обговорення.** Аналіз отриманих результатів щодо визначення оптимального складу культурального середовища з метою отримання біомаси продуценту меланіну *Ps. brunnea* свідчить, що найоптимальнішими середовищами для накопичення біомаси *Ps. brunnea* є рідкі середовища Сабуро; МЕВ; ячмінно-солодовий екстракт (ЯСЕ); оригінальне глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (O-GPY); ячмінно-солодовий екстракт із додаванням пептону ферментативного та дріжджового екстракту (ЯСЕ+P+Y) (табл.). На вказаних середовищах за pH 3-4 констатували приріст біомаси *Ps. brunnea* від 2,45 до 2,69 г/л. Найменший приріст біомаси (0,47-0,65 г/л) *Ps. brunnea* спостерігали на живильних середовищах Nutrient Broth з дисахаридами мальтозою та лактозою.

Таблиця. Накопичення біомаси *Pseudonadsoniella brunnea* на різних живильних середовищах, M±SD

Назва культурального середовища	Показники біомаси <i>Ps. brunnea</i> , г/л			
	початкові	після 28 діб культивування	початкові	після 28 діб культивування
	pH=3		pH=4	
Сабуро	19,27 ± 0,14	21,72 ± 0,11*	20,17 ± 0,10	22,67 ± 0,14*
МЕВ	19,95 ± 0,21	22,47 ± 0,38*	20,62 ± 0,12	23,13 ± 0,35*
2МЕВ+NaCl	20,42 ± 0,09	22,51 ± 0,35*	21,38 ± 0,14	23,53 ± 0,24*
ЯСЕ	21,47 ± 0,16	23,84 ± 0,32*	19,64 ± 0,17	22,04 ± 0,38*
ЯСЕ+P+Y	18,76 ± 0,10	21,36 ± 0,24*	19,4 ± 0,12	22,0 ± 0,36*
O-GPY	20,33 ± 0,12	22,96 ± 0,32*	21,02 ± 0,12	23,71 ± 0,26*
PDB	19,64 ± 0,17	21,35 ± 0,15*	18,58 ± 0,17	20,22 ± 0,31*
NB+Y + глюкоза	18,73 ± 0,14	20,67 ± 0,37*	18,72 ± 0,44	20,5 ± 0,29*
NB+Y + фруктоза	19,04 ± 0,27	21,04 ± 0,13*	18,62 ± 0,11	20,67 ± 0,73*
NB+Y + ксилоза	20,78 ± 0,14	22,49 ± 0,33*	20,79 ± 0,19	22,4 ± 0,43*
NB+Y + мальтоза	21,93 ± 0,09	22,43 ± 0,08*	20,71 ± 0,11	21,17 ± 0,18*
NB+Y + лактоза	20,04 ± 0,08	20,69 ± 0,16*	20,22 ± 0,16	20,87 ± 0,25*
Пептонна вода +сахароза	21,38 ± 0,10	23,11 ± 0,33*	22,02 ± 0,07	23,73 ± 0,19*
Пептонна вода +глюкоза	19,69 ± 0,08	21,49 ± 0,41*	20,98 ± 0,10	22,8 ± 0,25*

**Примітка:** ± – стандартна похибка середнього; МЕВ – Malt extract broth; 2МЕВ+NaCl – МЕВ у подвійній концентрації (38 г/л) + 0,9 %-й розчин NaCl у співвідношенні 1:1; ЯСЕ – ячмінно-солодовий екстракт; ЯСЕ+P+Y – ячмінно-солодовий екстракт + пептон ферментативний (1 %) + дріжджовий екстракт (0,5 %); O-GPY – оригінальне глюкозо-пептонно-дріжджове середовище: Nutrient Broth + ЯСЕ + глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (із вмістом глюкози 10 %, пептону 1 %, дріжджового екстракту 1 %) + середовище Сабуро у співвідношенні 1:1:1:1; PDB – картопляно-глюкозний бульон (potato-dextrose broth); NB+Y+вуглеводні (глюкоза, фруктоза, ксилоза, мальтоза, лактоза) – Nutrient Broth з додаванням 0,5 % дріжджового екстракту та вуглеводнів (2 %);

Необхідно зазначити, що застосовані нами в проведених дослідженнях ячмінно-солодовий екстракт (ЯСЕ) та МЕВ (основною складовою якого є також солодовий екстракт) містять вуглець, білок і поживні речовини, необхідні для виділення і вирощування дріжджів і плісневих грибів. МЕВ характеризується вмістом високої концентрації вуглеводнів. Приблизний відсоток редуруючих цукрів в екстракті солоду становить 60 – 63 % [20]. Згідно з ТУУ 15.8–32671885-001:2011 та відповідних публікацій [21, 22] у солоді міститься широкий набір інгредієнтів – білки, незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, ізолейцин, тирозин, триптофан, фенілаланін, валін, метіонін, треонін), вуглеводи (декстрини, сахароза, мальтоза, глюкоза, фруктоза, ксилоза), інші низькомолекулярні продукти гідролізу крохмалю, клітковина, мінеральні речовини, вітаміни (аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін, пантотенова кислота, піридоксин, ніацин, біотин), поліфенольні сполуки, рослинні ферменти і гормони. Ячмінний і вівсяний солод посідають чільне місце серед солодів злакових культур за вмістом макро-

і мікроелементів. Ячмінно-солодовий екстракт характеризується високим вмістом мікроелементів (Ca, K, Fe, Zn, P, Mg), вітамінів групи В. За умов додавання до ЯСЕ пептону (1 %) та дріжджового екстракту (0,5 %) накопичення біомаси *Ps. brunnea* збільшується на 7,9 % порівняно із ЯСЕ. Використання багатокомпонентного культурального середовища (варіант оригінального глюкозо-пептонно-дріжджового середовища – O-GPY) з метою отримання біомаси *Ps. brunnea* визнано нами оптимальним та найдоцільнішим, оскільки поєднує в собі різноманітні складові та призводить до отримання максимального значення накопичення біомаси продуцентом меланіну (таблиця). Оптимальними для росту та накопичення біомаси *Ps. brunnea* є живильні середовища із pH 4.

З урахуванням складу використаних у даному дослідженні варіантів культуральних середовищ та результатів щодо накопичення біомаси продуцентом меланіну *Ps. brunnea* оптимальними нами визнані багаті на поживні речовини живильні середовища, які містять солодовий екстракт (ЯСЕ) із додаванням 2,5-3 % глюкози,

гідролізату казеїну (0,5 %, середовище Сабуро), 0,07 % м'ясного екстракту (Nutrient Broth у складі оригінального глюкозо-пептонно-дріжджового середовища О-ГРУ), 1 % пептону, 0,5 % дріжджового екстракту.

Проведення подальших досліджень в напрямку розширення пошуку різних живильних середовищ для оптимізації росту та накопичення біомаси продуцентом меланіну *Ps. brunnea* є актуальними та перспективними.

**Висновки.** Аналіз результатів проведених досліджень свідчить, що для накопичення біомаси продуцентом меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* найпридатливішими є рідкі живильні середовища МЕБ, Сабуро, ячмінно-солодовий екстракт (ЯСЕ) з додаванням до ЯСЕ пептону ферментативного (1 %), дріжджового екстракту (0,5 %) та суміш вказаних середовищ у різних співвідношеннях.

#### Список використаних джерел:

- Anitori R.P. Extremophiles: Microbiology and Biotechnology / R.P. Anitori, 2012. – 300 p.
- Kostadinova N. Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica / N. Kostadinova, E. Krumova, S. Tosi // Biotechnology and Biotechnological Equipment, Special Issue: XI Anniversary sci. conf., 2009. – Vol. 23, Supplement 1. – P. 267-270.
- Svahn S.K. *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite amphotericin B / S.K. Svahn, B. Olsen, L. Bohlin // Fungal Biology and Biotechnology, 2015. – 1. – P. 2-11.
- Eisenman H.C. Synthesis and assembly of fungal melanin / H.C. Eisenman, A. Casadevall // Appl. Microbiol. Biotechnol., 2012. – 93(3). – P. 931-940.
- The influence of melanin isolated from Antarctic yeasts on cortisol blood level of rats in conditions of stress action / T.M. Falalyeyeva, O.I. Tsyryuk, N.V. Chyzyhanska, V.P. Zharova // Ukr. Antarctic J., 2009. – 8. – 391-394.
- Plonka P. Melanin synthesis in microorganisms – Biotechnological and medical aspects / P. Plonka, M. Grabacka // Acta biochimica Polonica, 2006. – 53(3). – P. 429-443.
- Belozerskaya T.A. Melanin Pigments of Fungi / T.A. Belozerskaya, N.N. Gessler, A.A. Aver'yanov. – In book: Fungal Metabolites, 2018. – P. 263-291. DOI: 10.1007/978-3-319-19456-1\_29-1.
- Chyzyhanska N. Effect of melanin isolated from Antarctic yeasts on preservation of pig livestock after ablation / N. Chyzyhanska, T. Beregova // Ukr. Antarctic J., 2009. – 8. – P. 382-385.
- Thermal stress responses in Antarctic yeast, *Glaciozyma Antarctica* P12, characterized by real-time quantitative PCR / S.Y. Boo, C.M.V.L. Wong, K.F. Rodrigues et al. // Polar Biol., 2013. – 36. – P. 381-389.
- Influence of abiotic variables on culturable yeast diversity in two distinct Alpine glaciers / B. Turchetti, M. Goretti, E. Branda et al. // FEMS Microbiol. Ecol., 2013. Vol. – 86 (2). – P. 327-340.
- Endolithic microbial habitats as refuges for life in polyextreme environment of the Atacama Desert / Jacek Wierczos, M. Cristina Casero, Octavio Artieda and Carmen Ascaso // Current Opinion in Microbiology, 2018. – Vol. 43. – P. 124-131. – 10.1016/j.mib.2018.01.003.
- Fungal diversity in the Atacama Desert / Iara F. Santiago, Vivian N. Gonçalves, Benito Gómez-Silva et al. // Antonie van Leeuwenhoek, 2018. – Vol. 111, N 8. – P. 1345-1360. – 10.1007/s10482-018-1060-6.
- Raman microspectrometric study of pigments in melanized fungi from the hyperarid Atacama desert gypsum crust / Adam Culka, Jan Jehlička, Carmen Ascaso et al. // Journal of Raman Spectroscopy, 2017. – Vol. 48, N 11. – P. 1487-1493.
- Taxonomy, phylogeny and ecology of cultivable fungi present in seawater gradients across the Northern Antarctica Peninsula / Vivian N. Gonçalves, Gislaine A. Vitoreli, Graciéle C.A. de Menezes et al. // Extremophiles, 2017. – Vol. 21, N 6. – P. 1005.
- Кондратюк Т.О. Особливості росту темнопігментованого дріжджоподібного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Basidiomycota) на різноманітних живильних середовищах / Т.О. Кондратюк // Укр. бот. журн., 2015. – Т. 72. – № 5. – С. 478-483.
- Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Agaricomycotina), a new brown yeast-like fungus producing melanin from the Antarctic; with notes on nomenclature and type confusion of *Nadsoniella nigra* / T.O. Kondratyuk, S.Y. Kondratyuk, O.O. Morgaienko et al. // Acta Botanica Hungarica, 2015. – 57(3-4). – P. 291-320.
- Tgfb1, Ptg2 Genes Expression During Dynamics of Wound Healing and with the Treatment of Melanin / A.S. Dranitsina, O.V. Taburets, K.O. Dvorshchenko et al. // Res. J. of Pharmaceutical, Biol. and Chem. Sci. (RJPBCS), 2017. – Vol. 8(1). – P. 2014-2023.
- Taburets O.V. The Effect of "Melanin-Gel" on the Wound Healing / O.V. Taburets, O.O. Morgaienko, T.O. Kondratyuk et al. // Res. J. of Pharmaceutical, Biol. and Chem. Sci. (RJPBCS), 2016. – 7(3). – P. 2031-2038.

19. Microorganisms, perspective for biotechnology, medicine, environmental technologies, in the collection of microscopic fungi ESC "Institute of biology and medicine", Taras Shevchenko national university of Kyiv / T. Kondratyuk, T. Akulenko, T. Beregova, L. Ostapchenko // Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series : Biology, 2017. – Vol. 73. – P. 22-30. <http://biovestnik.com/index.php/biology/pages/view/indexing>.

20. [https://foodsafety.neogen.com/pdf/acumedia\\_pi/7341\\_pi.pdf](https://foodsafety.neogen.com/pdf/acumedia_pi/7341_pi.pdf).

21. ТУ У 15.8-32671885-001:2011. Ячмінно-солодовий екстракт ЯСЕ-3.

22. Використання солодових екстрактів у продуктах ко-екструзії / Л.В. Махінко, В.М. Ковбаса, О.В. Герасименко та ін. // наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій, 2004. – № 15. – С. 68-70.

#### Reference (Scopus):

- Anitori R.P. Extremophiles: Microbiology and Biotechnology / R.P. Anitori – 2012. – 300 p.
- N. Kostadinova, E. Krumova S. Tosi Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica / Biotechnology and Biotechnological Equipment, Special Issue: XI Anniversary scientific conference. – 2009. – V. 23, Supplement 1. – P. 267-270.
- Svahn S.K., B. Olsen, L. Bohlin *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite amphotericin B / Fungal Biology and Biotechnology. – 2015. – 1. – P. 2-11.
- Eisenman H.C. Synthesis and assembly of fungal melanin / H.C. Eisenman, A. Casadevall // Appl Microbiol Biotechnol. – 2012. – 93(3). – P. 931-940.
- T.M. Falalyeyeva, O.I. Tsyryuk, N.V. Chyzyhanska, V.P. Zharova The influence of melanin isolated from Antarctic yeasts on cortisol blood level of rats in conditions of stress action / Ukr. Antarctic J. – 2009. – 8. – 391-394.
- Przemyslaw Plonka Maja Grabacka Melanin synthesis in microorganisms – Biotechnological and medical aspects Acta biochimica Polonica 53(3):429-43 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16951740> PMID: 16951740
- Belozerskaya T., Gessler N. Aver'yanov Andrey A. Melanin Pigments of Fungi In book: Fungal Metabolites 2018 P. 263-291 DOI: 10.1007/978-3-319-19456-1\_29-1
- Chyzyhanska N., Beregova T. Effect of melanin isolated from Antarctic yeasts on preservation of pig livestock after ablation / Effect // Ukr. Antarctic J. – 2009. – 8. – P. 382-385.
- S.Y. Boo, C.M.V.L. Wong, K.F. Rodrigues, N. Najmudin, A.M.A. Murad, N.M. Mahadi. Thermal stress responses in Antarctic yeast, *Glaciozyma Antarctica* P12, characterized by real-time quantitative PCR / Polar Biol. – 2013. – 36. – P. 381-389.
- B. Turchetti, M. Goretti, E. Branda, G. Diolaiuti, C. D'Agata, C. Smiraglia, A. Onofri, P. Buzzini Influence of abiotic variables on culturable yeast diversity in two distinct Alpine glaciers / FEMS Microbiol. Ecol. – 2013. Vol. – 86 (2). – P. 327-340.
- Jacek Wierczos, M. Cristina Casero, Octavio Artieda and Carmen Ascaso. Endolithic microbial habitats as refuges for life in polyextreme environment of the Atacama Desert, *Current Opinion in Microbiology*, 10.1016/j.mib.2018.01.003, 43, (124-131), (2018).
- Iara F. Santiago, Vivian N. Gonçalves, Benito Gómez-Silva, Alexandra Galetovic and Luiz H. Rosa, Fungal diversity in the Atacama Desert, *Antonie van Leeuwenhoek*, 10.1007/s10482-018-1060-6, 111, 8, (1345-1360), (2018).
- Adam Culka, Jan Jehlička, Carmen Ascaso, Octavio Artieda, Cristina M. Casero and Jacek Wierczos, Raman microspectrometric study of pigments in melanized fungi from the hyperarid Atacama desert gypsum crust, *Journal of Raman Spectroscopy*, 48, 11, (1487-1493), (2017).
- Vivian N. Gonçalves, Gislaine A. Vitoreli, Graciéle C. A. de Menezes, Carlos R. B. Mendes, Eduardo R. Secchi, Carlos A. Rosa and Luiz H. Rosa, Taxonomy, phylogeny and ecology of cultivable fungi present in seawater gradients across the Northern Antarctica Peninsula, *Extremophiles*, 21, 6, (1005), (2017).
- Кондратюк Т.О. Особливості росту темнопігментованого дріжджоподібного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Basidiomycota) на різноманітних живильних середовищах / Укр. бот. журн. – 2015. – Т. 72. – № 5. – С. 478-483.
- T.O. Kondratyuk, S.Y. Kondratyuk, O.O. Morgaienko, M.V. Khimich, T.V. Beregova, L.I. Ostapchenko *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Agaricomycotina), a new brown yeast-like fungus producing melanin from the Antarctic; with notes on nomenclature and type confusion of *Nadsoniella nigra* / Acta Botanica Hungarica – 2015. – 57(3-4). – P. 291-320.
- A.S. Dranitsina, O.V. Taburets, K.O. Dvorshchenko, D.M. Grebinyk, T.V. Beregova, L.I. Ostapchenko. Tgfb1, Ptg2 Genes Expression During Dynamics of Wound Healing and with the Treatment of Melanin / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – 2017 – 8(1). – P. 2014-2023.
- O.V. Taburets, O.O. Morgaienko, T.O. Kondratyuk, T.V. Beregova, L.I. Ostapchenko. The Effect of "Melanin-Gel" on the Wound Healing / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – 2016. – 7(3). – P. 2031-2038.
- Kondratyuk T., Akulenko T., Beregova T., Ostapchenko L. Microorganisms, perspective for biotechnology, medicine, environmental technologies, in the collection of microscopic fungi ESC "Institute of biology

and medicine", Taras Shevchenko national university of Kyiv. // *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*. 2017. 73. P. 22-30. <http://birovestnik.com/index.php/biology/pages/view/indexing>

20. [https://foodsafety.neogen.com/pdf/acumedia\\_pi7341\\_pi.pdf](https://foodsafety.neogen.com/pdf/acumedia_pi7341_pi.pdf)

21. ТУ У 15.8-32671885-001:2011. Ячмінно-солодовий екстракт ЯСЕ-3

22. Л.В. Махінко, В.М. Ковбаса, О.В. Герасименко, Н.О. Ємельянова, Є.І. Ковалевська, В.А. Піддубний Використання солодових екст-

рактів у продуктах ко-екструзії / *Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій*. – 2004. – № 15. – С. 68-70.

Надійшла до редколегії 05.02.2019

Отримано виправлений варіант 05.03.2019

Підписано до друку 05.03.2019

Received in the editorial 05.02.2019

Received a revised version on 05.03.2019

Signed in the press on 05.03.2019

Т. Кондратюк, канд. биол. наук, Т. Акуленко, инж., Е. Торгалло, канд. биол. наук,  
Т. Береговая, д-р биол. наук, Л. Остапченко, д-р биол. наук  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

## ЗАВИСИМОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ ПРОДУЦЕНТОМ МЕЛАНИНА PSEDONADSONIELLA BRUNNEA (MERIPILACEAE, AGARICOMYCOTINA) ОТ СОСТАВА КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ

Целью работы было установление зависимости накопления биомассы продуцентом меланина *Pseudonadsoniella brunnea* от состава культуральной среды. В исследованиях использовали 14 разных культуральных сред: стандартные жидкие среды (Malt extract broth (МЭБ), Сабуро, картофельно-глюкозный бульон), а также оригинальные (модифицированные) питательные среды, основой которых служили МЭБ, ячменно-солодовый экстракт и Nutrient Broth. В состав модифицированных сред вводили разные составляющие, в частности 0,9 % NaCl, моносахариды (D-глюкозу, фруктозу, D(+)-ксилозу), дисахариды (сахарозу, D(+)-мальтозу, D-лактозу) и др. Культивирование *Ps. brunnea* осуществляли при pH 3-4, температуре +24±2 °C в течение 28 суток. Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует о том, что для накопления биомассы продуцентом меланина *Pseudonadsoniella brunnea* самыми оптимальными являются жидкие питательные среды МЭБ, Сабуро, ячменно-солодовый экстракт (ЯСЕ) с дополнительным внесением в ЯСЕ пептона ферментативного (1 %), дрожжевого экстракта (0,5 %) и смесь указанных сред в различных соотношениях.

Ключевые слова: меланин, черные дрожжеподобные грибы, биомасса.

T. Kondratiuk, Ph. D., T. Akulenko, eng., Ie. Torgalo, Ph. D.,  
T. Beregovaya, Dr. Sci., L. Ostapchenko, Dr. Sci.  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

## DEPENDENCE OF BIOMASS ACCUMULATION BY MELANIN PRODUCER PSEDONADSONIELLA BRUNNEA (MERIPILACEAE, AGARICOMYCOTINA) OF THE CULTURAL MEDIUM CONTENT

Dependence of biomass accumulation by melanin producer *Pseudonadsoniella brunnea* (Merepilaceae, Agaricomycotina) of the cultural medium content was aim of this study. The following 14 different types of cultural media were used: standard liquid nutrient media (Malt extract broth – МЭБ), Sabouraud Broth, potato-dextrose Broth, as well as the original (modified) nutritional media, based on Malt extract Broth, barley malt extract and Nutrient Broth. Various components were used for the modified media, in particular 0.9 % NaCl, monosaccharides (D-glucose, fructose, D (+) – xylose), disaccharides (sucrose, D (+) – maltose, D-lactose), and others. Cultivation of *Ps. brunnea* was carried out at pH 3-4, temperature + 24 ± 2 °C for 28 days. The analysis of the results obtained shows that the following media: the liquid nutrient media of МЭБ, Sabouraud Broth, and barley malt extract with the addition of enzymatic peptone (1 %), yeast extract (0.5 %) and a mixture of these media in different proportions found to be the most optimal media for the accumulation of biomass of melanin producer *Pseudonadsoniella brunnea*.

Keywords: melanin, black yeast-like fungi, biomass.

УДК 577.122:616-092.9-099:547.45:613.64

А. Безродна<sup>1,2</sup>, асист., І. Вишницька<sup>1</sup>, канд. биол. наук,  
С. Стеценко<sup>1</sup>, канд. биол. наук

Харківський національний медичний університет, Харків, Україна<sup>1</sup>,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна<sup>2</sup>,  
Е. Ходош, канд. мед. наук  
Харківська медична академія післядипломної освіти, Харків, Україна

## ВИВЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОБМІНУ БІЛКІВ В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ ПІД ВПЛИВОМ ІНГАЛЯЦІЙНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ "ВЕЙПОМ" ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ

Виробники електронних сигарет стверджують, що їхня продукція не завдає шкоди людському організму й є відмінним способом, щоб позбавитися шкідливої звички – табакокуріння. Проте учені довели зворотнє: вейпування веде до передозувань ніотином, а клуби пари електронних сигарет містять токсичні канцерогенні з'єднання (формальдегід, ацетальдегід, ацетон, акролеїн), які отруюють людину. Окрім того, в процесі випаровування рідини складові частини електронного пристрою виділяють у вигляді пари такі важкі метали, як мідь, хром, свинець, нікель і олово, які, потрапляючи в людський організм, призводять до незворотних змін в органах і тканинах на клітинному рівні. Мета досліджень – вивчення впливу інгаляційної інтоксикації "вейпом" електронних сигарет на обмін білків в організмі щурів у підгострому експерименті шляхом визначення вмісту в сироватці крові загального білку, альбуміну і продуктів азотистого обміну – креатиніну та сечовини. Установлено, що за результатами підгострого експерименту внаслідок інгаляційної заправки електронними сигаретами протягом 45 діб в організмі щурів помічено зниження рівня загального білку сироватки крові в піддослідних тварин на 18,74 %, альбуміну – на 35,25 %, а також підвищення вмісту креатиніну в сироватці крові на 89,88 % і сечовини на 30,23 %. Результати біохімічних досліджень свідчать, що внаслідок інгаляційної заправки електронними сигаретами в організмі щурів спостерігається гіпопротеїнемія за рахунок гіпоальбумінемії, що свідчить про порушення білоксинтезуючої функції печінки. А гіперкреатинінемія і тенденція до уремії можуть свідчити про порушення екскреторної функції нирок. Результати клінічного спостереження щодо використання пацієнтом "вейпу" констатують у хворого діагноз екзогенний алергічний (токсичний) альвеоліт, зумовлений вейпінгом, гострий перебіг.

Ключові слова: електронні сигарети, токсифікація, організм щурів, показники обміну білків.

**Вступ.** Виробники електронних сигарет стверджують, що їх продукція не несе шкоди людському організму і являється відмінним способом позбавитися від

шкідливої звички – табакокуріння [1]. Проте ученими доведено зворотнє: безмежне вейпування веде до передозувань ніотином, а клуби пари електронних сига-