

of Hepatology, 34 (6), 946–954. doi: 10.1016/s0168-8278(01)00037-x

12. Tairov, M. M., Bersimbay, R. I., Argutinsky, S. V., Salganik, R. I. (1983). Cellular localization of stimulated by histamine adenylate cyclases in gastric mucosa of rats and their role in gastric secretion regulation. *Biochemistry*, 48 (6), 1035–1041.

13. Hissin, P. J., Hilf, R. (1976). A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Analytical Biochemistry*, 74 (1), 214–226. doi: 10.1016/0003-2697(76)90326-2

14. Mokrasch, L. C., Teschke, E. J. (1984). Glutathione content of cultured cells and rodent brain regions: A specific fluorometric assay. *Analytical Biochemistry*, 140 (2), 506–509. doi: 10.1016/0003-2697(84)90201-x

15. Vlasova, S. N., Shabunina, E. I., Pereslegina, I. A. (1990). The activity of glutathione-dependent enzymes of erythrocytes under chronic liver diseases in children. *Laboratory business*, 8, 19–21.

16. Prokhorova, M. (1982). *Methods of biochemical studies (lipid and energy metabolism)*. Publisher of Leningrad University, 272.

17. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Bio-*

*chemistry*, 72 (1-2), 248–254. doi: 10.1016/0003-2697(76)90527-3

18. Zenkov, N. K., Menshchikova, E. B., Tkachev, V. O. (2009). Some of the principles and mechanisms of redox regulation. *Oxygen and antioxidants*, 1, 3–64.

19. Kalinina, E. V., Chernov, N. N., Novichkova, M. D. (2014). Role of glutathione, glutathione transferase and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes. *Advances of Biological Chemistry*, 54, 299–348.

20. Tapbergenov, S. O., Sovietov, B. S., Bekbosynova, R. B. (2015). Glutathione redox system and antioxidant defense enzymes under hypothyroidism and adrenalectomy. *The success of modern science*, 1-2, 192–194.

21. Khomeriki, S. G. (2001). The regeneration processes in gastric mucosa and carcinogenesis. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*, 11 (2), 17–23.

22. Korzhov, V. I., Zhadan, V. N., Korzhov, M. V. (2007). The role of glutathione system in the process of detoxification and antioxidant protection. *Journal of Medical Sciences of Ukraine*, 13 (1), 3–20.

23. Karoui, H., Hogg, N., Fréjaville, C., Tordo, P., Kalyanaraman, B. (1996). Characterization of Sulfur-centered Radical Intermediates Formed during the Oxidation of Thiols and Sulfite by Peroxynitrite. *Journal of Biological Chemistry*, 271 (11), 6000–6009. doi: 10.1074/jbc.271.11.6000

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Фалалєєва Т. М.*

*Дата надходження рукопису 11.10.2016*

**Тимошенко Марія Олександрівна**, кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник, Науково-дослідна лабораторія «Фізико-хімічної біології» навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01601  
E-mail: maria.bulavka@gmail.com

**Кравченко Ольга Олександрівна**, кандидат біологічних наук, асистент, кафедра біохімії навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01601  
E-mail: demidiko@gmail.com

**Гайда Людмила Миколаївна**, кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник, Науково-дослідна лабораторія «Фізико-хімічної біології» навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01601  
E-mail: ludagaida@gmail.com

УДК 579.26+579.22

## АНТИФУНГАЛЬНИЙ ВПЛИВ КУЛЬТУРАЛЬНОЇ РІДИНИ ПРОДУЦЕНТУ МЕЛАНІНУ *PSEUDONADSONIELLA BRUNNEA*

© Т. О. Кондратюк, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко

*Досліджено вплив культуральної рідини продуценту меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* (антарктичних дріжджоподібних грибів) щодо грибів *Fusarium oxysporum*. Із використанням методу дифузії в агар (метод лунок) виявлено стійку фунгіцидну дію культуральної рідини *Ps. brunnea* щодо фітопатогенних грибів. Встановлено, що діаметр зон відсутності росту тест-культур грибів, що зазнали фунгіцидного впливу *Ps. brunnea*, подібний до дії біоцидів класу четвертинних амонієвих сполук (бензалконію хлориду)*

**Ключові слова:** антарктичні мікроорганізми, *Fusarium oxysporum*, антагонізм, фунгіцидна дія

*The influence of culture fluid of melanin producer *Pseudonadsoniella brunnea* (Antarctic yeast-like fungus) on fungi of the genus *Fusarium* is studied. Stable fungicidal effect of culture fluid of *Ps. brunnea* on pathogenic fungi is revealed using agar diffusion method (or hole method). It is determined that the diameter of the zones of growth absence of test cultures of pathogenic fungi, those testified the fungicidal impact of *Ps. brunnea*, is similar to the action of biocides belonging to the class of quaternary ammonium compounds (benzalkonium chloride)*

**Keywords:** Antarctic microorganisms, *Fusarium oxysporum*, antagonism, fungicidal effect

## 1. Вступ

Одним із головних напрямків сучасної світової науки є розвиток біотехнології, що заснована на використанні потенціалу мікроорганізмів в отриманні біологічно активних сполук (БАС), які можуть широко застосовуватися в різноманітних галузях людської діяльності. Мікроорганізми з різних таксономічних і фізіологічних груп, а також продукти їх життєдіяльності та створені на їх основі біологічні препарати сьогодні широко використовуються у багатьох країнах світу для захисту сільськогосподарських культур від фітопатогенних грибів. Це дозволяє суттєво зменшувати негативне навантаження на агроценози, яке завдається хімічними засобами (пестицидами) [1–5]. Згідно з постановою Ради Європи № 834/2007 р. застосування біологічного методу є основним стратегічним екологічно безпечним засобом контролю шкідливих організмів у сучасних агро-екосистемах.

## 2. Літературний огляд

Одними з найбільш поширених та шкідливих грибних захворювань сільськогосподарських культур є кореневі гнилі, хвороби в'янення тощо, збудниками яких є гриби роду *Fusarium*, зокрема *Fusarium oxysporum*, втрати від яких протягом вегетації залишаються значними. Використання біологічних препаратів проти вказаних фітопатогенів не тільки забезпечує захист рослин від хвороб, але може стимулювати їхній ріст та розвиток, сприяти підвищенню схожості насіння, збільшувати продуктивність [5–9]. Отже, проведення досліджень, спрямованих на пошук БАС мікроорганізмів для створення на їх основі біологічних препаратів, які захищають рослини від фітопатогенів, є актуальним напрямком.

Особливої уваги дослідників заслуговують мікроорганізми-продуценти БАС, місця існування яких пов'язані з екстремальними умовами, зокрема із жорсткими фізико-хімічними факторами Антарктики. Останні викликають суттєві адаптаційні зміни в антарктичних мікроорганізмів, що супроводжується посиленням синтезу низки метаболітів (потенційних БАС). Встановлено, що мікроскопічні гриби Антарктики є потужними джерелами метаболітів із протимікробною та антигрибковою активністю [10, 11]. У проведених попередніх дослідженнях зразків мохів, ґрунту, лишайників, отриманих в Українських антарктичних експедиціях, нами було виявлено мікроскопічні гриби та бактерії з вираженими фізіологічними та біохімічними особливостями, які вказують на адаптацію до несприятливих умов середовища (синтез і накопичення ліпідів, прояв антагоністичних властивостей щодо інших мікроорганізмів) [12]. Одним аспектом постає здатність мікроорганізмів до синтезу та накопичення меланіну, якому притаманний широкий спектр біологічної дії. Встановлено, що чорні дріжджоподібні гриби *Pseudonadsoniella brunnea* синтезують і екскретують у культуральне середовище темний пігмент – поліфенолкарбоновий комплекс (ПФК), що проявляє антиоксидантну, дерматотропну, ранозагоювальну, антибактеріальну, фунгістатичну дію [12, 13].

## 3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження було з'ясувати характер дії культуральної рідини чорних антарктичних дріжджоподібних грибів *Pseudonadsoniella brunnea* на фітопатогенні гриби *Fusarium oxysporum*.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Охарактеризувати дію культуральної рідини *Ps. brunnea* на фітопатогенні гриби *F. oxysporum*.
2. Оцінити фунгіцидний вплив біоцидних сполук класу четвертинних амонієвих сполук (бензалконію хлориду) щодо грибів *F. oxysporum*.
3. Здійснити порівняння щодо антифунгального впливу на *F. oxysporum* культуральної рідини *Ps. brunnea* та бензалконію хлориду.

## 4. Матеріали і методи дослідження Культивування грибів

Матеріалом для досліджень слугували чисті культури фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum* Schltdl. з колекції мікроскопічних грибів Київського національного університету імені Тараса Шевченка (міжнародний акронім колекції – FCKU) – *F. oxysporum* 150 FCKU та *F. oxysporum* 328 FCKU. В роботі використовували культуральну рідину антарктичних чорних дріжджоподібних грибів (продуценту меланіну) *Pseudonadsoniella brunnea* Т.О. Kondratyuk et S.Y. Kondr. З урахуванням даних попередніх досліджень [14] культивування *Ps. brunnea* здійснювали на стандартному рідкому живильному середовищі мальт-екстракт бульйоні (МЕБ, HiMedia Laboratories, Індія). Для культивування *F. oxysporum* використовували стандартне агаризоване живильне середовище мальт-екстракт агар (Malt-extract agar, MEA, MERCK, Німеччина).

### Оцінка антифунгальної дії досліджуваних сполук

Дію культуральної рідини *Ps. brunnea* щодо грибів *F. oxysporum* порівнювали із дією відомого біоциду з класу четвертинних амонієвих сполук бензалконію хлориду (торгова назва Катамін АБ) в концентрації 3 % за діючою речовиною. Для дослідження антифунгальної дії досліджуваних сполук використовували метод дифузії в агар. Густину суспензії *F. oxysporum* ( $1 \cdot 10^6$  конідій/мл) визначали за допомогою камери Горяєва. Термін культивування складав 30 діб за температури 28°C. Вплив культуральної рідини та Катаміну АБ щодо *F. oxysporum* визначали за діаметром зон відсутності росту грибів *F. oxysporum*, що утворювалися навколо лунок. Контролем слугувала культура досліджуваних грибів без внесення культуральної рідини та біоциду. Морфологічні особливості досліджуваних грибів визначали із застосуванням тринокулярного мікроскопу Primo Star компанії Carl Zeiss та відповідної морфометричної комп'ютерної програми AxioVision 4.8 (Carl Zeiss). Для здійснення аналізу морфометричних показників *F. oxysporum*, а також діаметру зон відсутності росту, вираховували середнє арифметичне та стандартне відхилення за допомогою програми Statistica 12. Достовірність різниці визначали за допомогою t-критерію Стьюдента, рівень значимості  $p \leq 0,05$ .

**5. Результати та їх обговорення**

В результаті проведених досліджень нами встановлено, що культуральна рідина *Ps. brunnea* чинить фунгіцидний вплив щодо досліджуваних тест-культур фітопатогенних грибів *F. oxysporum* 150 FCKU та *F. oxysporum* 328 FCKU (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Антифунгальний вплив культуральної рідини *Ps. brunnea* щодо фітопатогенних грибів *F. oxysporum* 150 FCKU: а – зона відсутності росту; б – контрольний варіант

Встановлено також, що діаметр зон відсутності росту тест-культур грибів *F. oxysporum*, що зазнали фунгіцидної дії культуральної рідини *Ps. brunnea*, подібний до діаметру стерильних зон, що утворились під впливом біоциду бензалконію хлориду (рис. 2, табл. 1).

Виявлено, що різні штами використаних тест-культур *F. oxysporum* проявили різну чутливість до впливу досліджених сполук, про що свідчать дані щодо зон затримки росту (табл. 1). більш Відомо, що

у світовій практиці захисту рослин для розробки біо-фунгіцидів широко використовуються різні види та штами грибів-антагоністів роду *Trichoderma* як продуцентів біологічно-активних речовин [1–3, 5, 8]. Ми порівняли отримані нами дані щодо діаметру зон відсутності росту тест-культур грибів *F. oxysporum* під впливом досліджуваних нами сполук з даними інших авторів щодо антагоністичного впливу різних штамів грибів роду *Trichoderma* [5]. Аналіз результатів проведених робіт свідчить, що культуральна рідина *Ps. brunnea* чинить високоактивну дію щодо фітопатогенних грибів *F. oxysporum*.



а



б

Рис. 2. Антифунгальний вплив культуральної рідини *Ps. brunnea* та бензалконію хлориду щодо тест-культур фітопатогенних грибів: а – зона відсутності росту *F. oxysporum* 150 FCKU під впливом культуральної рідини *Ps. brunnea*; б – зона відсутності росту *F. oxysporum* 150 FCKU під впливом бензалконію хлориду. А, Б – зворотній бік чашок Петрі

Таблиця 1

Антифунгальний вплив культуральної рідини *Pseudonadsoniella brunnea* та бензалконію хлориду щодо тест-культур фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum*

Досліджувані сполуки	Діаметр зон відсутності росту тест-культур грибів, мм	
	<i>F. oxysporum</i> 150 FCKU	<i>F. oxysporum</i> 328 FCKU
Культуральна рідина <i>Ps. brunnea</i>	45,8±0,15	76,4 ±0,11
Бензалконію хлорид	51,1±0,12	85,3±0,09
Контроль	0*	0*

Примітка: \* – стерильні зони в контрольних варіантах відсутні

## 6. Висновки

Отже, нами вперше встановлено фунгіцидний вплив культуральної рідини чорних дріжджоподібних грибів (продуценту меланіну) *Pseudonadsoniella brunnea* щодо тест-культур фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum*. Даний напрямок досліджень є перспективним та потребує продовження з метою з'ясування хімічного складу культуральної рідини *Ps. brunnea* та розширення кола тест-культур мікроорганізмів. Використання продуктів метаболізму антарктичних мікроорганізмів, що можуть пригнічувати ріст інших мікроорганізмів (зокрема фітопатогенних мікроскопічних грибів та бактерій), як біологічних методів боротьби із шкідниками сільсько-господарської продукції дозволить суттєво зменшити негативне навантаження на довкілля, що спричинюється біоцидними хімічними сполуками.

## Література

- Borrero, C. Effect of ammonium/nitrate ratio in nutrient solution on control of Fusarium wilt of tomato by *Trichoderma asperellum* T34 [Text] / C. Borrero, M. Trillas, A. Delgado, M. Aviles // *Plant Pathology*. – 2011. – Vol. 61, Issue 1. – P. 132–139. doi: 10.1111/j.1365-3059.2011.02490.x
- El-Hasan, A. *Trichoderma harzianum* and its metabolite 6-pentyl-alpha-pyrone suppress fusaric acid produced by *Fusarium moniliforme* [Text] / A. El-Hasan, F. Walker, H. Buchenauer // *Journal of Phytopathology*. – 2008. – Vol. 156, Issue 2. – P. 79–87. doi: 10.1111/j.1439-0434.2007.01330.x
- Коломбет, Л. В. Биотехнологические проблемы создания препаратов для растениеводства на основе грибов рода *Trichoderma* [Текст] / Л. В. Коломбет // *Прикладная токсикология*. – 2012. – Т. 3, № 1. – С. 48.
- Масличенко, Л. В. Влияние микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов возбудителей фузариоза на культуру сои в полевых условиях [Текст] / Л. В. Масличенко, Д. А. Курилова, В. Л. Махонин // *Масличные культуры*. – 2011. – № 2. – С. 145–148.
- Ткаленко, Г. М. Оптимізація захисту овочевих культур в Лісостепу України [Текст] / О. І. Борзих, В. Г. Сергієнко // *Карантин і захист рослин*. – 2012. – № 3. – С. 9–14.
- Castano, R. Selection of biological control agents against tomato *Fusarium* wilt and evaluation in greenhouse conditions of two selected agents in three growing media [Text] / R. Castano, C. Borrero, M. I. Trillas, M. Aviles // *BioControl*. – 2012. – Vol. 58, Issue 1. – P. 105–116. doi: 10.1007/s10526-012-9465-z
- Cerkauskas, R. F. First Report of *Fusarium* Stem and Root Rot of Greenhouse Cucumber Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario [Text] / R. F. Cerkauskas, J. Brown, G. Ferguson // *Plant Disease*. – 2001. – Vol. 85, Issue 9. P. 1028–1028. doi: 10.1094/pdis.2001.85.9.1028a
- Yang, X. Formulations can affect rhizosphere colonization and biocontrol efficiency of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium* wilt of cucumbers [Text] / X. Yang, L. Chen, X. Yong, Q. Shen // *Biology and Fertility of Soils*. – 2010. – Vol. 47, Issue 3. – P. 239–248. doi: 10.1007/s00374-010-0527-z
- Kostadinova, N. Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica [Text] / N. Kostadinova, E. Krumova, S. Tosi, Pashova, M. Angelova // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. – 2009. – Vol. 23. – P. 267–270. doi: 10.1080/13102818.2009.10818416
- Svahn, S. K. *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite amphotericin B [Text] / S. K. Svahn, B. Olsen, L. Bohlin, L. Bohlin U. Goransson // *Fungal Biology and Biotechnology*. – 2015. – Vol. 1, Issue 2. doi: 10.1186/s40694-014-0011-x
- Kondratiuk, T. O. Peculiarities of Antarctic microorganisms and perspectives of their usage in biotechnology and medicine [Text]: conference / T. O. Kondratiuk, O. O. Morgaienko, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko // *Antarctic research: new horizons and priorities*. – Kyiv, Ukraine, 2015. – P. 57–59.
- Golyshkin, D. Influence of melanin on electrical characteristics of model bilipid membranes (in vitro) [Text] / V. Rybalchenko, A. Bychko, T. Beregova, T. Falalyeyeva // *Bulletin of Taras Shevchenko national university of Kyiv*. – 2014. – Vol. 66, Issue 1. – P. 90–92.
- Taburets, O. V. The effect of "Melanin-Gel" on the wound healing [Text] / O. V. Taburets, O. O. Morgaienko, T. O. Kondratiuk, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko // *J. Pharm. Chem. Biol. Sci.* – 2016. – Vol. 7, Issue 3. – P. 2031–2038.
- Kondratiuk, T. O. *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* [Text] / T. O. Kondratiuk, S. Y. Kondratiuk, O. O. Morgaienko, M. V. Khimich, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko // *Acta Botanica Hungarica*. – 2015. – Vol. 57, Issue 3-4. – P. 291–320. doi: 10.1556/034.57.2015.3-4.5

## References

- Borrero, C., Trillas, M. I., Delgado, A., Avilés, M. (2011). Effect of ammonium/nitrate ratio in nutrient solution on control of *Fusarium* wilt of tomato by *Trichoderma asperellum* T34. *Plant Pathology*, 61 (1), 132–139. doi: 10.1111/j.1365-3059.2011.02490.x
- El-Hasan, A., Walker, F., Buchenauer, H. (2008). *Trichoderma harzianum* and its Metabolite 6-Pentyl-alpha-pyrone Suppress Fusaric Acid Produced by *Fusarium moniliforme*. *Journal of Phytopathology*, 156 (2), 79–87. doi: 10.1111/j.1439-0434.2007.01330.x
- Kolombet, L. V. (2012). Биотехнологические проблемы создания препаратов для растениеводства на основе грибов рода *Trichoderma*. *Прикладная токсикология*, 3 (1), 48.
- Maslichenko, L. V., Kurilova, D. A., Mahonin, V. L. (2011). Влияние микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов возбудителей фузариоза на культуру сои в полевых условиях. *Масличные культуры*, 2, 145–148.
- Tkalenko, G. M., Sergijenko, V. G. (2012). Оптимізація захисту овочевих культур в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*, 3, 9–14.
- Castano, R., Borrero, C., Trillas, M. I., Aviles, M. (2012). Selection of biological control agents against tomato *Fusarium* wilt and evaluation in greenhouse conditions of two selected agents in three growing media. *BioControl*, 58 (1), 105–116. doi: 10.1007/s10526-012-9465-z
- Cerkauskas, R. F., Brown, J., Ferguson, G. (2001). First Report of *Fusarium* Stem and Root Rot of Greenhouse Cucumber Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. *Plant Disease*, 85 (9), 1028–1028. doi: 10.1094/pdis.2001.85.9.1028a
- Yang, X., Chen, L., Yong, X., Shen, Q. (2010). Formulations can affect rhizosphere colonization and biocontrol efficiency of *Trichoderma harzianum* SQR-T037 against *Fusarium* wilt of cucumbers. *Biology and Fertility of Soils*, 47 (3), 239–248. doi: 10.1007/s00374-010-0527-z
- Kostadinova, N., Krumova, E., Tosi, S., Pashova, M., Angelova, M. (2009). Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23, 267–270. doi: 10.1080/13102818.2009.10818416
- Svahn, K. S., Chryssanthou, E., Olsen, B., Bohlin, L., Göransson, U. (2015). *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite

amphotericin B. *Fungal Biology and Biotechnology*, 2 (1). doi: 10.1186/s40694-014-0011-x

11. Kondratiuk, T. O., Morgaienko, O. O., Beregova, T. V., Ostapchenko, L. I. (2015). Peculiarities of Antarctic microorganisms and perspectives of their usage in biotechnology and medicine. *Antarctic research: new horizons and priorities*. Kyiv, Ukraine, 57–59.

12. Golyshkin, D., Bychko, A., Beregova, T., Falalyeyeva, T. (2014). Influence of melanin on electrical characteristics of model bilipid membranes (in vitro). *Bulletin of Taras Shevchenko national university of Kyiv*, 66 (1), 90–92.

13. Taburets, O. V., Morgaienko, O. O., Kondratiuk, T. O., Beregova, T. V., Ostapchenko, L. I. (2016). The effect of "Melanin-Gel" on the wound healing. *J. Pharm. Chem. Biol. Sci.*, 7 (3), 2031–2038.

14. Kondratyuk, T. O., Kondratyuk, S. Y., Morgaienko, O. O., Khimich, M. V., Beregova, T. V., Ostapchenko, L. I. (2015). *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*, 57 (3-4), 291–320. doi: 10.1556/034.57.2015.3-4.5

*Дата надходження рукопису 18.10.2016*

**Кондратюк Тетяна Олексіївна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, НДЛ «Фармакології і експериментальної патології», Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601

E-mail: takbiofak@ukr.net

**Берегова Тетяна Володимирівна**, доктор біологічних наук, професор, завідувач НДЛ «Фармакології і експериментальної патології», Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601

E-mail: tberegova@mail.ru

**Остапченко Людмила Іванівна**, доктор біологічних наук, професор, директор, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601

E-mail: l\_ostap@univ.kiev.ua