

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Біологічний факультет

Кафедра мікробіології, вірусології та біотехнології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

**«Жирно-кислотний склад загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia*
ONU 552 – деструктора фенола»**

**«Fatty acid composition of total lipids of the strain
Aeromonas ichthiosmia ONU 552 – phenol destructor»**

Виконала: здобувачка заочної форми
навчання
спеціальності 091 Біологія
Освітня програма «Мікробіологія і
вірусологія»
Андрійчук Надія Богданівна

Керівник кандидат біологічних наук, доцент
Гудзенко Т. В. _____

Рецензент кандидат біологічних наук,
доцент
Гладкій Т.В.

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
№ _____ від «___» _____ р.

Завідувачка кафедри

Захищено на засіданні ЕК №
Протокол № _____ від «___» _____ р.
Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бал)

Голова ЕК

(підпис)

Філіпова Т.О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Філіпова Т.О.
(прізвище та ініціали)

Одеса – 2022

АНОТАЦІЯ

Встановлено особливості жирно кислотного складу штаму бактерій *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552, ізольованого зі стічних вод українського виробництва фармацевтичних препаратів. Домінуючими у складі жирних кислот загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU552 були гексадеканова (16:0) і гексадеценова (16:1 w7c/16:1w6c) кислоти.

Дипломну роботу “Жирно-кислотний склад загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенола ” 56 сторінках друкованого тексту, вона містить 6 таблиці та 5 рисунків. У роботі наведено посилання на 15 публікацій кирилицею та 50 латиницею.

Ключові слова: *жирно-кислотний склад загальних ліпідів, бактерії – деструктори, фенол, біотехнологія, очистка стічних вод.*

The peculiarities of the fatty acid composition of the *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 strain of bacteria, isolated from wastewater from the Ukrainian production of pharmaceuticals, were established. Hexadecanoic (16:0) and hexadecenoic (16:1 w7c/16:1w6c) acids were dominant in the fatty acid composition of total lipids of *Aeromonas ichthiosmia* ONU552 strain.

The thesis "Fatty acid composition of total lipids of *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 strain - phenol destructor" is 56 pages of printed text, it contains 6 tables and 5 figures. The work contains references to 15 publications in Cyrillic and 50 in Latin.

Key words: *fatty acid composition of total lipids, bacteria - destructors, phenol, biotechnology, wastewater treatment.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Жирно-кислотний профіль бактерій - деструкторів фенолу.....	7
1.2. Загальна молекулярно-біологічна характеристика та систематичне положення бактерій <i>роду Aeromonas</i>	10
1.3. Деструктивна активність бактерій роду <i>Aeromonas</i>	20
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Методика виділення бактерій – деструкторів фенолу зі стічних вод.....	23
2.2. Методика визначення жирно-кислотного складу бактерій	24
2.3. Методи визначення біологічних особливостей штаму <i>Aeromonas</i> <i>ichthiosmia</i> ONU 552 – деструктора фенола	25
2.4. Методика визначення фенол-деструктивної активності бактерій....	28
2.5. Статистична обробка даних.....	29
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	31
УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	46
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	49

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

БАХ	— бензилдиметилалкіламмонія хлорид
ГДК	— гранично допустима концентрація
ДНК	— дезоксирибонуклеїнова кислота
ПАВ	— поліциклічні ароматичні вуглеводні
ПЛР	— полімеразна ланцюгова реакція
РНК	— рибонуклеїнова кислота
°C	— градуси Цельсію
AFLP	— ампліфіковані фрагменти
NG	— гібридизаційні групи
LPS	— ліпополісахарид

ВСТУП

Бактерії роду *Aeromonas* поширені повсюдно, вони є мешканцями річкових, морських і стічних вод, а також ґрунту. Перші ізоляти роду *Aeromonas* були зареєстровані в 1890 році, і протягом історії ці бактерії були класифіковані та перекласифіковані серед найрізноманітніших родів, таких як *Aerobacter*, *Pseudomonas*, *Escherichia* та *Proteus*, серед інших [Rosenzweig et al., 2013].

Аеромонади часто ізолюють з дренажних колекторів і меліоративних систем. Представники роду *Aeromonas* складають ~ 2 % від загальної маси активного мулу. Бактерії роду *Aeromonas* часто організовані в біоплівках і агрегатах [Talagrand-Reboul et al., 2017].

Бактерії роду *Aeromonas* стійкі до екстремальних умов рН середовища, солоності, іонів важких металів, температури, мають широкий діапазон деструктивної активності щодо органічних ксенобіотиків, зокрема фенольних та інших важкоокиснювальних сполук. Тому часто їх використовують в біотехнології для очищення навколишнього середовища від органічних забруднень і фосфору [Talagrand-Reboul et al., 2017].

На сьогоднішній день мікробіологічні способи очистки води від забруднювачів, що базуються на використанні потенціалу гетеротрофних біохімічно-активних мікроорганізмів, здатних як субстрат для росту і розвитку споживати широкий асортимент органічних сполук, в тому числі і ароматичні ксенобіотики, є самими екологічними, надійними, енергонезалежними способами порівняно з існуючими фізико-хімічними методами.

Раніше було опубліковано лише кілька великих досліджень складу клітинних жирних кислот видів *Aeromonas*. Спочатку аналіз жирних кислот, здавалося, був корисним лише для відділення клінічних аеромонад як групи від неклінічних аеромонад [Figueras et al., 2017]. Пізніше Canonica і Pisano і Хансен з колегами описали незначні відмінності в клінічних штамів, а також

неклінічних штамів жирно-кислотного складу бактерій роду *Aeromonas* [Figueras et al., 2017].

На кафедрі мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету проводяться дослідження біотехнологічних властивостей бактерій-деструкторів органічних полютантів, що відносяться до роду *Pseudomonas*, *Bacillus*, а також *Aeromonas* [Radysh et al., 2020].

Метою нашої роботи було вивчення жирно-кислотного складу загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенола.

Для досягнення вказаної мети вирішували такі завдання:

- встановити жирно-кислотний профіль штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенола виділеного зі стічних вод фармацевтичного виробництва;
- визначити біологічні особливості штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенола класичними методами за морфологічними, культуральними і біохімічними властивостями;
- провести оцінку біотехнологічних властивостей штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 за фенолоокиснюючою активністю.

Об’єкт дослідження – ідентифікація бактерій за жирно-кислотним складом.

Предмет дослідження - жирно-кислотний склад загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенола.

ВИСНОВКИ

1. Домінуючими у складі жирних кислот загальних ліпідів штаму бактерій *Aeromonas ichthiosmia* ONU552 є гексадеканова (16:0) і гексадеценова (16:1 n7c/16:1n6c) кислоти.
2. Особливістю жирно-кислотного складу штаму бактерій *Aeromonas ichthiosmia* ONU552 - деструктора ароматичних ксенобіотиків є наявність гідроксикислот 12:0 3ОН, 15: 3ОН, 15:0 iso 3ОН .
3. Аналіз жирнокислотного складу загальних ліпідів з використанням системи MIDI Sherlock, морфологічні, культуральні та біохімічні властивості штаму Ф2, ізольованого зі стічних вод фармацевтичного підприємства, дозволили ідентифікувати його як *Aeromonas ichthiosmia* з індексом подібності 0,564.
4. Встановлена висока фенолоокиснююча активність штаму *A. ichthiosmia* ONU552 - ступінь деструкції фенолу через 8 - 15 діб експозиції сягала 97,6 - 98,7%, вміст фенолу знижувався з 300 мг/л до 4,1 мг/л.
5. Штам *A. ichthiosmia* ONU552, можна рекомендувати для використання в біотехнологіях очистки стічних вод та ґрунту від фенолу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрійчук Н.Б. Жирно-кислотний склад загальних ліпідів штаму *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенол / Н.Б. Андрійчук, Т.В. Гудзенко, О.Г. Горшкова // Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. — 2022. — Р. 36 – 40.
2. Войцехівська О.В. Фенольні сполуки: різноманіття, біологічна активність, перспективи застосування / О.В.Войцехівська, О.В.Ситар, Н.Ю. Таран // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Біологія. — 2015. – Вип. 1. — С. 104–119.
3. Галкін Б.М. Механізми біодеградації ксенобіотиків мікроорганізмами / Б.М Галкін, В.О.Іваниця, Т.О. Філіпова – Одеса: вид-во ОНУ імені І.І. Мечникова. – 2017. — 104 с.
4. Гудзенко Т. В. Вилучення фенолу з води бактеріями *Bacillus subtilis* ONU 551, адгезованими на носіях різної природи / Т.В. Гудзенко, І.П.Конуп, О. В.Волювач // Мікробіологія і біотехнологія. — 2019. — № 1. — С 36—47.
5. Гудзенко Т. В. Мікробіологічна і санітарно-хімічна характеристика стічних вод фармацевтичного підприємства / Т.В. Гудзенко, О.Г. Горшкова, О.В. Волювач // Мікробіологія і біотехнологія. — 2021. — № 2. С 40–53.
6. Карабин В.В. Оцінка природних і техногенних ризиків забруднення фенолами питних вод Передкарпаття / В.В.Карабин, Ю.З.Козак, В.В. Колодій // Пошукова та екологічна геохімія. – 2006. – № 5. – С. 35–40.
7. Лакин Т.Ф. Биометрия / Т.Ф. Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — С. 352.
8. Определитель бактерий Берджи /Под ред. Дж.Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. — М.: Мир,1997. — С.432.

9. Патент РФ на изобретение №2182529, МПК 7В 09С 1/10 А, 7С 02F 3/34 В, 7С 12N 1/26 В. Консорциум штаммов микроорганизмов-деструкторов: *Bacillus spp*, *Aeromonas spp.*, *Alcaligenes eutrophus*, *Alcaligenes denitrificans*, используемый для очистки почв, почвогрунтов и вод от нефтяных загрязнений / Голодяев Г.П.; номер заявки 2000121810/13; дата регистрации 15.08.2000; опубл. 2002.
10. Радиш Н. Біологічні властивості штаму бактерій *Aeromonas ichthiosmia* ONU 552 – деструктора фенолу / Н. Радиш, О. Горшкова, О. Волювач // Збірник матеріалів XVI Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів «Молодь і поступ біології» присвячений 75 річниці створення біологічного факультету та 90 річниці від дня народження М. Деркача, 27-29 квітня 2020 року, Україна, м. Львів. – Львів, 2020. – С. 147–148
11. Фещенко Ю.І. Методика каталазного і оксидазного тестів / Ю.І. Фещенко, О.А. Журило, А.І. Барбова // Диференціація мікобактерій комплексу *Mycobacterium tuberculosis*. – 2006. – №. 2. – С. – 18–21.
12. Часова Э. В. Эколого-химические характеристики и методы защиты окружающей среды от фенола / Э.В. Часова, В.В. Ивчук // Вестник Криворожского национального университета. – 2013. – № 34(1). – С. 209–213.
13. Черкашин С.А. Экспериментальные исследования токсичности фенола для ракообразных (обзор) / С.А. Черкашин, Н.К. Блинова // Гидробиологический журнал. – 2013. – Т. 49, №3. – С. 61–73.
14. Ширококов В. П. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология / В.П. Ширококов. – Винница: Нова книга, 2015. – 856 с.
15. Шумкова Е.С. Разложение фенола штаммом *Rhodococcus opacus* 1G / Е.С. Шумкова, И.П. Соляникова, Е.Г. Плотникова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45, № 1. С. 51-57

16. Abbott S.L. The genus *Aeromonas*: biochemical characteristics, atypical reactions, and phenotypic identification schemes / S.L. Abbott, W.K. Cheung, J.M. Janda // J. Clin Microbiol. – 2003. – №2. – P. 57.
17. Abu-Elala N. Comparative analysis of virulence genes, antibiotic resistance and gyrB-based phylogeny of motile *Aeromonas* species isolates from Nile tilapia and domestic fowl Lett. / N. Abu-Elala, M. Abdelsalam, M. Marouf // Appl. Microbiol. – V.61. – 2015. – P. 429–436.
18. Angel M. F. Necrotizing fasciitis of the upper extremity resulting from a water moccasin bite / M. F. Angel, F. Zhang, M. Jones // South. Med. J. – 2002. – V. 95. – P.1090–1094.
19. Batra P. *Aeromonas spp.*: An Emerging Nosocomial Pathogen / P. Batra, P. Mathur, M.C. Misra // Lab Physicians. – 2016. – V. 3. – P. – 1–4.
20. Beaz-Hidalgo R. *Aeromonas spp.* whole genomes and virulence factors implicated in fish disease / R. Beaz-Hidalgo, M.J. Figueras // J. Fish. Dis. – 2013. – V.36. – P. 371.
21. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology / D. J. Brenner, N.R. Krieg, J. T. Staley // Springer. – 2005. – Vol. 2. – P. 1108.
22. Bossi-Küpfer M. Tracheobronchitis caused by *Aeromonas veronii* biovar sobria after near-drowning / M. Bossi-Küpfer, A. Genini, R. Peduzzi // J. Med. Microbiol. – 2007. – V. 56. – P.1563–1564.
23. Carnahan A. M. Genus I. *Aeromonas* Stanier / A.M Carnahan, S.W. Joseph // Med. Microbiol. Lett. – V. 5. – 2005. – P. 557–578.
24. Casadevall A. Host-pathogen interactions: redefining the basic concepts of virulence and pathogenicity / A. Casadevall, L.A. Pirofski // Infect. Immun. – 1999. – V. 67. – P.3703–3713.
25. Chopra A. K. Virulence factor activity relationships with specific emphasis on *Aeromonas species* / A. K. Chopra, J. Graf, A. J. Horneman // J. Water Health. – 2009. – V.7. – P. 54.

26. Diomandé S.E. Role of fatty acids in *Bacillus* environmental adaptation. / S.E. Diomandé, C. Nguyen-The, M.H. Guinebretière // *Front Microbiol.* – 2015. – V.6. – P. 813.
27. Edberg S. C. Issues for microbial regulation: *Aeromonas* as a model / S. C. Edberg, F. A. Browne, M. J. Allen // *Crit. Rev. Microbiol.* – 2007. – V. 33. – P.89–100.
28. Esteve C. Taxonomic study of sucrose-positive *Aeromonas jandaei*-like isolates from faeces, water and eels: emendation of *A. jandaei* Carnahan / C. Esteve // *International journal of systematic and evolutionary microbiology.* – 2003. – Vol.1. – P. 53.
29. Falkow S. Molecular Koch's postulates applied to bacterial pathogenicity — a personal recollection 15 years later / S. Falkow // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2004. – V. 2. – P.1–6.
30. Figueras M.J. *Aeromonas intestinalis* and *Aeromonas enterica* isolated from human faeces, *Aeromonas crassostreae* from oyster and *Aeromonas aquatilis* isolated from lake water represent novel species / M.J. Figueras, F. Latif-Eugenín, F. Ballester. // *New Microbes New Infect.* – V.15. – 2017. – P. 74–76.
31. Gorshkova O.G. Detection of markers in the FAT-acid profile of *Bacillus subtilis* ONU551-destroyer of disinfectants / O.G. Gorshkova, O.V. Voliuvach, T.V. Gudzenko // *Ukr. Biochem. J.* – 2018. – T. 90. – Special Issue. – P. 63.
32. Grabova G.Yu. Polyphasic taxonomic analysis of *Bacillus* sp. strain C6 – the antagonist of phytopathogenic microorganisms. / G.Yu. Grabova, I.V. Dragovoz, L.B. Zelena, A.N. Ostapchuk, L.V. Avdeeva // *Tsitol Genet.* – 2016. – V.50. – P. 62–68.
33. Gudzenko T. Biodegradacja fenoli i innych cyklicznych związków aromatycznych / T. Gudzenko, W. Iwanycja, O. Woljuwacz // Publisher: Globeedit is a trademark of international book market service ltd., Member

- of omniscryptum publishing group, 17 Meldrum street, Beau Bassin 71504, mauritius. printed at: see last page ISBN: 978-613-8-25347-1. – 2018. – P.85.
- 34.Gudzenko T.V. Composition of fatty acids in cellular lipids of *Bacillus subtilis* ONU551 – destructor of phenol / T.V. Gudzenko, O.V.Voliuvach, O.G. Gorshkova //Ukr. Biochem. J. – 2019. – Vol. 91, №6. – P. 96 – 102.
 - 35.Gudzenko T.V. Phenol-oxidizing activity and fatty acid profile of *Brevibacillus centrosporus* F14 strain / T.V. Gudzenko, O.V.Voliuvach, O.G. Gorshkova //Ukr. Biochem. J. – 2020. – Vol. 92, №1. – P. 84 – 91.
 - 36.Huys G. P. New DNA-DNA hybridization and phenotypic data on the species *Aeromonas ichthiosmia* and *Aeromonas allosaccharophila* / G.P. Huys, Kampfer, J. Swings // Syst. Appl. Microbiol. – 2001. – V. 24. – P. 177–182.
 - 37.Ivanytsia V.O. Fatty acid composition of lipids of strain *Bacillus* sp. O3-5 isolated from oil-contaminated soil of the Zmiiny island. / V.O. Ivanytsia, O.G. Gorshkova, N.V. Korotaeva // Microbiol Biotechnol. – 2015. – V.4. – P. 28–35.
 - 38.Janda J. M. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection / J. M. Janda, L.Sharon Abbott // Clin Microbiol Rev. – 2010. – V. 23.– P. 35 – 73.
 - 39.Khajanchi B. K. Distribution of virulence factors and molecular fingerprinting of *Aeromonas species* isolates from water and clinical samples: suggestive evidence of water-to-human transmission / B. K. Khajanchi, A. A. Fadl, M. A. Borchardt // Appl. Environ Microbiol. – 2010. – V.76. – P. 25.
 - 40.Kumar S. S. Bioinformatics aided microbial approach for bioremediation of wastewater containing textile dyes / S. S. Kumar, S. Shantkriti, T. Muruganandham // Ecological informatics. – 2016. – Vol. 31. – P. 112–121.

41. Kunimoto D. R. Bacteriology of a bear bite wound to a human: case report / D. R. Kunimoto, D. M. Citron, E. J. C. Goldstein // J. Clin. Microbiol. – 2004. – V.42. – P. 3374–3376.
42. Logan N.A. Polyphasic identification of *Bacillus* and *Brevibacillus* strains from clinical, dairy and industrial specimens and proposal of *Brevibacillus invocatus* sp. nov./ N.A. Logan, G. Forsyth, L. Lebbe // Int J Syst Evolut Microbiol. – 2002. – V. 52. – P. 953–966.
43. Martin-Carnaham A. *Aeromonas* / A. Martin-Carnaham, S.W. Joseph. // Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. – 2015.
44. Martinez-Murcia A. J. Phylogenetic interrelationships of members of the genera *Aeromonas* and *Plesiomonas* as determined by 16S ribosomal DNA sequencing: lack of congruence with results of DNA-DNA hybridizations / A. J. Martinez-Murcia, S. Benlloch, M. D. Collins // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1992. – V. 42. – P. 412–421.
45. Nie M. Phenanthrene Metabolites from a New Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Degrading Bacterium *Aeromonas salmonicida* subsp. *Achromogenes* strain NY4 / M. Nie, H. Nie, W. Cao// Polycyclic aromatic compounds. – 2016. – Vol. 36, №2. – P. 132–151.
46. Oleskin A.V. Population organization and communication in microorganism. / A.V. Oleskin, T.A. Kirovskaia // Mikrobiologiya. – 2006. – V. 75, №4. – P. 440–445.
47. Panda A.K. *Brevibacillus* as a biological tool: a short review. / A.K. Panda, S.S. Bisht, S. DeMondal // Antonie Van Leeuwenhoek. – 2014. – V.105, №4. – P. 623–639.
48. Parker J.L. *Aeromonas* spp. clinical microbiology and disease / J.L. Parker, J.G. Shaw // J. Infect. – 2011. – V.2. – P. 109.
49. Patrauchan M.A. Degradation of benzyl-dimethylalkylammonium chloride by *Aeromonas hydrophilas* / M.A. Patrauchan, P.J. Oriel // Journal of Applied Microbiology. – 2003. – Vol. 94, №2. – P. 266–272.

50. Prieto M.B. Biodegradation of phenol in synthetic and industrial wastewater by *Rhodococcus erythropolis* UPV-1 immobilized in an air-stirred reactor with clarifier / M.B. Prieto // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2002a. – Vol. 58, № 6. – P. 853–859.
51. Radysh N.B. Features of the fatty acid profile of on-pathogenics stains *Aeromonas ichthiosmia* ONU-552, *Bacillus subtilis* ONU551 – destructors of phenolic compounds / N. B. Radysh, E. V. Lebedeva, O. V. Voliuvach // Ukr. Biochem. J. – 2019. – Vol. 91, №2. – P. 81.
52. Radysh N.B. Efficiency of phenol-containing water purification by immobilized destructive bacteria water / N.B. Radysh, O. Gorshkova, A. Poshelyuk // Modern Problems of Biology, Biotechnology, Biomedicine: materials of young scientists of the International Summer School Conference «Biology, Biotechnology, Biomedicine» 29 June - 10 July 2020. – P.30 – 34
53. Rosenzweig J.A. Modulation of host immune defenses by *Aeromonas* and *Yersinia* species: convergence on toxins secreted by various secretion systems / J.A. Rosenzweig, A.K. Chopra // Front Cell Infect Microbiol. – 2013. – V. 3. – P. 70.
54. Ruiz-Ruiz J. M. Markers of pathogenicity islands in strains of *Aeromonas* species of clinical and environmental origin / J. M. Ruiz-Ruiz, M. G. Aguilera-Arreola, G. Castro-Escarpulli // Indian J. Med Microbiol. – 2012. – P.467.
55. Safronova L.A. Genotype and phenotypic characteristics of *Bacillus* strains – components of endospores. / L.A. Safronova, L.B. Zelenaa, V.V. Klochko // Mikrobiol Zhurn. – 2012. – V.74, №5. – P. 55–65.
56. Sasser M. Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids. / Sasser M. // MIDI Technical Note 101. – 1990.
57. Seshadri R. Genome sequence of *Aeromonas hydrophila* ATCC 7966^T / R. Seshadri, S. Joseph, A. K. Chopra // Jack of all trades. J. Bacteriol. – 2006. – V.188. – P.8272–8282.

58. Talagrand-Reboul E. The social life of *Aeromonas* through biofilm and quorum sensing systems / E. Talagrand-Reboul, E. Jumas-Bilak, B. Lamy // Front Microbiol. – 2017. – V. 8. – P. 37.
59. Taoufik J. Aromatic hydrocarbons removal by immobilized bacteria (*Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp.) in fluidized bed bioreactor / J. Taoufik // Annals of Microbiology. – 2004. – Vol. 54, № 2. – P. 189–200.
60. Toma 's J.M. The main *Aeromonas* pathogenic factors / J.M Toma 's // ISRN Microbiology. – 2012. – P.25–62.
61. Vasyurenko Z.P. Fatty acid composition of bacteria as a chemotaxonomic criterion. / Z.P. Vasyurenko, A.F. Frolov // Epidemiol Microbiol Immunol. – 1986. – V.30, №3. – P. 287–293.
62. Vlasova V.V. The role of microorganisms in the functioning of living systems. / V.V. Vlasova, A.G. Degermendzhi, N.A. Kolchanova // Fundamental problems and bioengineering applications. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN. – 2010. – P. 28.
63. Wessenaar T. M. Bacterial virulence: can we draw the line? / T. M. Wessenaar, W. Gastra // FEMS Microbiol. Lett. – 2001. – L. 201. – P.1–7.
64. Yáñez M. A. Phylogenetic analysis of members of the genus *Aeromonas* based on *gyrB* gene sequences / M. A. Yáñez, V. Catalán, D. Apráiz // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2003. – V. 53. – P. 875–883.
65. Zarnowski R. Effect of age on the fatty acid composition of the *Bacillus subtilis* PO270 isolated from wheat rhizosphere. / R. Zarnowski, R. J. Ellis, T. Lewicka // Pol J Microbiol. – 2004. – V.53, №4. – P. 267–72.