

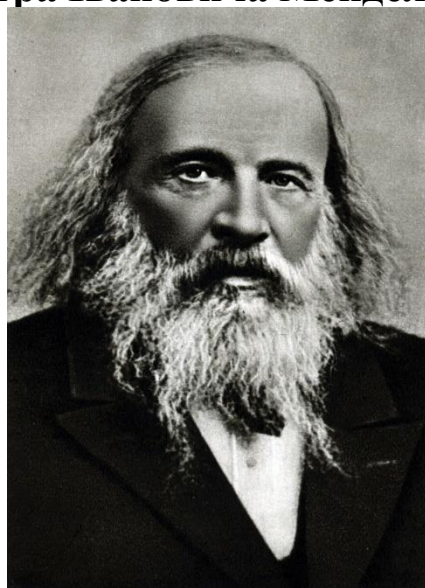
**Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Національна академія наук України
Інститут клітинної біотехнології та генетичної інженерії**

БІОТЕХНОЛОГІЯ ХХІ СТОЛІТТЯ



Матеріали

**ХІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції
студентів, аспірантів і молодих вчених
«Біотехнологія ХХІ століття»
присвяченої 185-річчю від дня народження
Дмитра Івановича Менделєєва**



Київ-2019

«Біотехнологія ХХІ століття»: матеріали ХІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 19 квітня 2019) [Електронне видання] / Міністерство освіти і науки України, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Національна академія наук України, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – с.

Матеріали конференції включають роботи молодих вчених, аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження в галузях промислової, харчової, сільськогосподарської, медичної біотехнології, магнітних технологіях в біотехнології та медицині, біоінформаційних дослідженнях, екологічної біотехнології та біоенергетики, відновлюваних джерел енергії та напрямку інженерного забезпечення біотехнологічних виробництв.

Надруковано в авторській редакції

Відповідальні за випуск:

Костик С.І.

Беднарчук С.М.

Цицюра А.С.

Рекомендовано до опублікування Вченою радою факультету біотехнології і біотехніки, протокол № 8 від 25.03.2019.

СКЛАД ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ

- Дуган О.М.** – д.б.н., проф., декан факультету біотехнології і біотехніки КПІ ім. Ігоря Сікорського – голова;
- Кучук М.В.** – д.б.н., чл.-кор. НАН України, директор Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, співголова.
- Гой А.М. – керівник департаменту досліджень і розробок ПАТ «ФАРМАК»;
- Голуб Н.Б.** – д.т.н., доц., проф. каф. екобіотехнології та біоенергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Горго Ю.П.** – д.б.н., проф., проф. каф. біоінформатики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Горобець С.В.** – д.т.н., проф., зав. каф. біоінформатики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Карачун В.В.** – д.т.н., проф., проф. каф. біотехніки та інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Кузьмінський Є.В.** – д.х.н., проф., зав. каф. екобіотехнології та біоенергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Мельник В.М.** – д.т.н., проф., зав. каф. біотехніки та інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Моргун Б.В.** – к.б.н., с.н.с., заст. директора Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України;
- Орябінська Л. Б.** – к.б.н., доц., заступник декана з наукової роботи ФБТ КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Тодосійчук Т.С.** – д.т.н., доц., зав. каф. промислової біотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського.

СКЛАД ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

- Костик С.І.** – к.т.н., ст. викл. каф. біотехніки та інженерії ФБТ КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Шибецький В.Ю.** – к.т.н., доц. каф. біотехніки та інженерії ФБТ КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Фесенко С.В.** – ас. каф. біотехніки та інженерії ФБТ КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Мотроненко В.В.** – ас. каф. біотехніки та інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Богдан Т.З.** – к.б.н., доценткаф. промислової біотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Сироїд О.О.** – лаборант каф. промислової біотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Жукова В.С.** – к.т.н., ст. викл. каф. екобіотехнології та біоенергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Тюкавкіна І.М.** – ас. каф. біоінформатики КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- Комаха В.О.** – БТ-61, голова студради ФБТ.



Секція 2.

МАГНІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ. БІОІНФОРМАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



INSTITUTE OF CELL BIOLOGY
AND GENETIC ENGINEERING

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК В КУЛЬТУРАХ КЛІТИН ГЛІОМИ ЛЮДИНИ U-251

Горобець С.В.¹, Дарменко Є.А.¹, Баб'юк М.Б.¹, Заїка Л.А.², Шарай І.В.³

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056, pitbm@ukr.net

²Інститут молекулярної біології і генетики НАН України
вул. Заболотного, 150, Київ, 03680

³Інститут магнетизму НАН України та МОН України
пр. Академіка Палладіна, Київ, 02000

Одним з головних напрямків розвитку біоінформатики є дослідження локалізації, функцій та походження біогенних магнітних наночастинок (БМН) в живих організмах, в тому числі й в пухлинних структурах [1].

БМН виявлено в низці солідних пухлин [2]. В даній роботі методами атомно-силової (АСМ) і магнітної силової мікроскопії (МСМ) виявили БМН в клітинах гліоми людини U-251. Під час першого проходу магнітного зонда над поверхнею зразка (АСМ режим) отримали АСМ зображення її рельєфу. На другому проході (МСМ режим) виміряли зсув фази коливань кантилевера, що характеризує силу магніто-дипольної взаємодії робочої зони зонда з магнітною фазою зразка з постійною відстанню між зондом і поверхнею. Результати вимірювань представлені на рисунку 1.

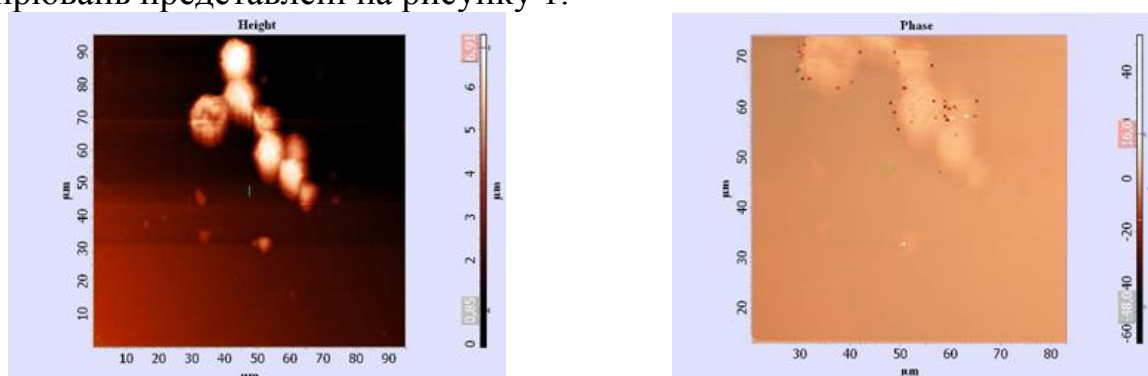


Рис. 1. Клітини хронічної мієлоїдної лейкемії K562:

праворуч - МСМ зображення, ліворуч - АСМ зображення

Наявність біогенних магнітних наночастинок в культурах клітин гліоми людини U-251 відкриває можливості у застосуванні цільової доставки лікарських препаратів [3].

Список літератури:

1. *Studies of Inorganic Crystals in Biological Tissue: Magnetite in Human Tumor* / Atsuko Kobayashi, Naoichi Yamamoto and Joseph Kirschvink // Reprinted from *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy* 44 (1997). – P. 294 – 300.
2. В. Чехун, С. Горобець, О. Горобець, І. Дем'яненко *Магнітні наноструктури в пухлинних клітинах. Вісн. НАН України, 2011, № 11*
3. Patyar S., Joshi R., Byrav D.S., Prakash A., Medhi B., Das B.K. *Bacteria in cancer therapy: a novel experimental strategy. J. Biomed. Sci. 2010. 17: 21–30.*

ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ СПОЛУК ХРОМУ НА СТІЙКІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Горобець О.Ю., Білобловська Д.О.

¹*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,*

diankabolka@gmail.com

Проблема забруднення природних екосистем окисленими сполуками металів поширюється і серед них найактивнішими є сполуки хрому, міді та ртуті. Багато родів мікроорганізмів таких як: *Bacillus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, а також деякі дріжджі і гриби сприяють біологічному відновленню металів [1]. Відновлення хрому цими організмами може відбуватися за рахунок механізму біомінералізації, за умови відсутності в середовищі заліза.

Ключовим засобом біоінформатики є вирівнювання білкових послідовностей за допомогою програми BLAST, на базі якої було здійснено порівняння амінокислотних послідовностей білків хромрезистентних мікроорганізмів та білків, без яких неможлива біомінералізація у *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1, аналогічно роботі [2].

Таблиця 1 Результати вирівнювань

Досліджуваний організм	Повнота геному	E-value					
		Ident, %					
		Length					
		Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1					
		MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
<i>Enterobacter cloacae</i>	●	5e-04	6e-19	2e-16	9e-13	1e-35	8e-07
		30,59%	25,68%	24,71%	28,90%	46,39%	25,08%
		85	257	259	173	166	311
<i>Pseudomonas putuanaea</i>	●	6,4	5e-11	4e-09	2e-11	5e-34	0,74
		29,79%	27,41%	25,00%	29,89%	44,83%	24,00%
		94	197	256	174	174	150

З результатів вирівнювання можна зробити висновок, що дослідженні мікроорганізми є потенційними продуцентами БМН так як мають гомологи білків біомінералізації. Механізм Cr-толерантності до виділених мікробів має особливе значення як в біоремедіації, так і в технології очищення стічних вод[3].

1. Ray S., Ray M. *Bioremediation Of Heavy Metal Toxicity-With Special Reference To Chromium* /Al Ameen J MedSci (2009)2(2) Special:57 -63 ISSN 0974 – 1143

2. Dekker *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, 3rd ed. Taylor&Francis, 2014, pp. 300–306

3. Таширеві А.Б., Галинкер Э.В., Андреюк Е.И. *Термодинамическое прогнозирование редокс-взаимодействия микроорганизмов с металлами-окислителями* //ISSN 1025-6415 *Доповіді НАН України*, 2008, № 4

ПОШУК ПОТЕНЦІЙНИХ ПРОДУЦЕНТІВ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК СЕРЕД ТВАРИН ІЗ БЛАКИТНОЮ КРОВ'Ю

Горобець О.Ю., Булаєвська М. О., Гетманенко К. А.

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056

bulaievska.mo@ukr.net

На сьогодні біогенні магнітні наночастинки (БМН) експериментально виявлено у представників трьох доменів живих організмів: бактерій, архей та еукаріотів. Так само біоінформаційний аналіз показав наявність гомологів, незамінних для біомінералізації БМН білків магнітосомного острівця (МО) магнітотаксисних бактерій (МТБ) в еукаріотичних клітинах та клітинах не магнітотаксисних бактерій і архей [1].

Проте протягом тривалого часу вважалося, що гени МО МТБ не мають гомологів у організмах із блакитною кров'ю (за винятком деяких ракоподібних). Саме тому на сьогодні актуально дослідити тварин з блакитною кров'ю на предмет наявності БМН за допомогою методів порівняльної геноміки. В даній роботі для оцінки ступеня подібності білків МО МТБ та білків тварин з блакитною кров'ю враховували наступні показники: Ident (%), E-число та Length (табл. 1).

Таблиця – 1. Гомологи білків МО МТБ *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 серед білків тварин з блакитною кров'ю.

Тварини з блакитною кров'ю	Повнота геному	Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1					
		MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
		E-число					
		Ident, %					
Length							
<i>Limulus polyphemus</i>	●	4e-08	4e-07	8e-06	3e-05	1e-25	6e-04
		23	23	27	27	42	23
		155	183	92	142	168	175
<i>Octopus bimaculoides</i>	●	4e-07	2e-07	1e-06	2e-07	5e-25	0.013
		23	25	33	30	41	22
		128	248	89	145	181	151
<i>Parasteatoda tepidariorum</i>	●	1e-07	1e-04	6e-07	5e-04	7e-23	0.003
		26	28	29	23	40	23
		125	108	107	141	167	120
<i>Nephila clavipes</i>	●	1e-08	1e-20	4e-18	5e-11	4e-39	4e-07
		24	24	27	30	39	29
		165	263	278	150	228	204
<i>Centruroides sculpturatus</i>	●	1e-06	1e-05	3e-08	7e-08	1e-24	9e-05
		25	31	32	27	43	21
		138	77	72	141	167	150

Отже, проведений біоінформаційний аналіз показав, що досліджені тварини з блакитною кров'ю, а саме: *Limulus polyphemus*, *Octopus bimaculoides*, *Parasteatoda tepidariorum*, *Nephila clavipes*, *Centruroides sculpturatus* потенційними продуцентами БМН.

1. Gorobets O. Yu. *Biom mineralization and Synthesis of Biogenic Magnetic Nanoparticles and Magnetosensitive Inclusions in Microorganisms and Fungi* / O. Yu. Gorobets, S. V. Gorobets, L. V. Sorokina // *Functional Materials*. – 2014. – 21 (4). – P. 427–436.

АНАЛІЗ НАЯВНОСТІ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК В М'ЯЗАХ МІГРУЮЧИХ ТА НЕМІГРУЮЧИХ РИБ

Булаєвська М.О.¹, Шарай І.В.²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056

²Інституту магнетизму НАНУ та МОНУ, пр. Вернадського, 36-б
bulaievska.mo@ukr.net

Біогенний феромагнетизм інтенсивно досліджується більше чотирьох десятиліть у зв'язку з відкриттям біогенних магнітних наночастинок (БМН) у широкому різноманітті організмів. До біомінералізації БМН здатні, зокрема, комахи, молюски, риби, амфібії, рептилії, птахи та ссавці[1].

Протягом тривалого часу вважалося, що наявність БМН в органах тварин пов'язана з їх здатністю орієнтуватися в геомагнітному полі [2]. Проте, при дослідженні органів і тканин тварин на предмет наявності БМН, ці магнітні наночастинок було виявлено не лише в тих органах і тканинах, які можуть відповідати за орієнтацію тварин в зовнішньому магнітному полі Землі (мозок, дзьоб перелітних птахів, бічна лінія та решітчаста кістка мігруючих риб), а й в низці інших органів як мігруючих, так і немігруючих організмів.

З метою виявлення, до складу яких систем багатоклітинних організмів входять БМН, в даній роботі досліджено локалізацію БМН в м'язах мігруючих та немігруючих риб методами атомно-силової (АСМ) та магнітної силової мікроскопії (МСМ)(рис. 1-2).

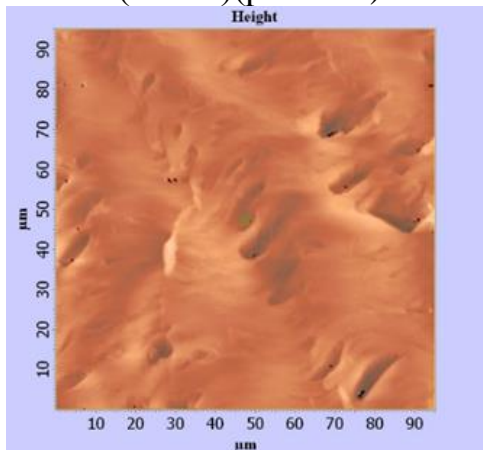


Рис. 1. Накладені АСМ та МСМ зображення м'язів лосося атлантичного *Salmo salar*.

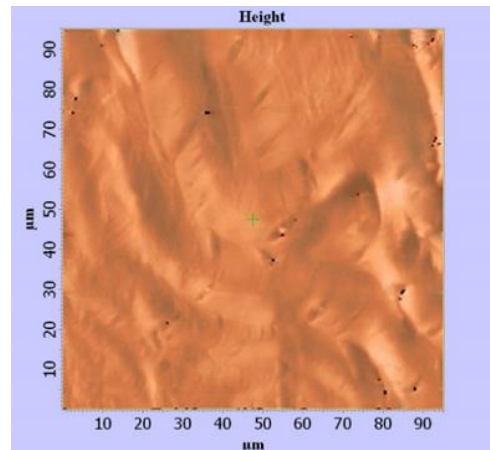


Рис. 2. Накладені АСМ та МСМ зображення м'язів щуки звичайної *Esox lucius*.

Проаналізувавши отримані МСМ зображення можна стверджувати, що м'язи мігруючих риб (лосось атлантичний) та немігруючих риб (щука звичайна) містять як окремі БМН, так і їх ланцюжки. БМН у м'язах мігруючих та немігруючих риб розміщені в стінках капілярів. Отже, надзвичайно важливою задачею є пошук спільних функцій БМН в різних органах і тканинах багатоклітинних організмів.

1. Posfai M. *Magnetic nanocrystal sin organisms* / M. Posfai, R.E. Dunin-Borkowski // *Elements*, 2009. – № 5. – P. 235 – 240.

2. Ritz T. *Resonance effects indicate a radical-pair mechanism for avian magnetic compass* / T. Ritz, P. Thalau, J.B. Phillips // *Nature*, 2004. – № 429. – P. 177 – 179.

ПРОДУЦЕНТИ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК СЕРЕД ЗБУДНИКІВ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Горобець О.Ю., Дарменко Є. А., Довга Ю.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056

darmenko.ea@ukr.net

Відомо, що мікроорганізми, які викликають захворювання людини, можна розглядати як джерело накопичення БМН в організмі[1]. Однією з причин хвороби Альцгеймера являється анаеробний патоген *Porphyrromonas gingivalis*[2].

Пероральна інфекція *P. Gingivalis* при потраплянні до тканин мозку призводить до збільшення кількості амілоїдних бляшок та утворення анаеробних умов, в яких мікроорганізми активно розмножується [2]. Регуляція експресії генів магнітотаксисного острівця у магнітотаксисних бактерій здійснюється в залежності від концентрації кисню, тобто активується в анаеробних та інгібується при аеробних умовах [3].

За допомогою методів попарного вирівнювання з використанням вільної в доступі програми “BLAST”, здійснено порівняння послідовностей амінокислот білків групи Mat, без яких неможлива біомінералізація БМН у *Magnetospirillum gryphiswaldense MSR-1*, та протеому *Porphyrromonas gingivalis* аналогічно роботі [4] та показано, що *Porphyrromonas gingivalis* є потенційним продуцентом внутрішньоклітинних кристалічних БМН. Отже, *Porphyrromonas gingivalis* може накопичуватися в околі БМН тканин мозку [5] за рахунок диполь-дипольної взаємодії БМН. Це накопичення може призводити до закупорки судин головного мозку [6], до виникнення осередків зон гіпоксії, активного розмноження патогенів та утворення бляшок.

1. Gorobets. S.V. Potential producers of biogenic magnetic nanoparticles among disease-producing microorganisms of the brain / S.V.Gorobets, O.Yu.Gorobets, Y.A.Darmenko// *Functional Materials* – 24.- No 3.- 2017. – P. 400.

2. Stephen S. *Porphyrromonas gingivalis* in Alzheimer’s disease brains: Evidence for disease causation and treatment with small-molecule inhibitors/ Stephen S. Dominy, Casey Lynch, Florian Ermini et al. // *Sci Adv.* – Vol.5(1). – 2019.

3. Schübbe S. et al., “Transcriptional Organization and Regulation of Magnetosome Operons in *Magnetospirillum gryphiswaldense*”/S. Schübbe et al. // *Appl. Environ. Microbiol.* –2006. – Vol. 72. –№ 9. – pp. 5757—5765.

4. Gorobets S.V. et al., “Biom mineralization of biogenic magnetic nanoparticles and their possible functions in cells of prokaryotes and eukaryotes”, in *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, 3rd ed. Taylor&Francis, 2014, pp. 300–306.

5. Brem F. *Magnetic Iron Compounds in the Human Brain: a comparison of tumor and hippocampal tissue* / F. Brem, A. M. Hirt, M. Winklhofer // *Journal of The Royal Society Interface.* – 2006. – Vol. 3. – P. 833–841.

6. Gorobets S., Gorobets O., Bulaevska M. *Ferrimagnetic organelles in multicellular organisms.* – 2018. – arXiv:1811.06717 [q-bio.TO].

ПОТЕНЦІЙНІ ПРОДУЦЕНТИ БМН СЕРЕД ПРЕДСТАВНИКІВ ВІДДІЛУ АСКОМІЦЕТИ

Євжик Л.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 37, Київ, 03056

luba97a@gmail.com

В наш час дослідження наявності біогенних магнітних наночастинок (БМН) у представників царства Гриби нечисленні, так само як і уявлення про ті функції, які вони виконують. Зокрема, невеликий обсяг біоінформатичних досліджень був спричинений відсутністю в базах даних розшифрованих геномів грибів. Тому на сьогодні актуально здійснити пошук потенційних продуцентів БМН серед представників відділу Аскоміцети. Це дасть поштовх до детального вивчення ролі БМН у мікрогрибах, встановлення їх функцій та використання мікрогрибів в розробці нових біотехнологій.

Бактерії, водорості, актиноміцети, дріжджі та гриби, привернули увагу дослідників через їх здатність адаптуватися до токсичних середовищ і здатність відновлювати метали (Ag, Au, Zn, Mg) використовуючи ферменти [1] і механізм біомінералізації БМН [2]. Мета даного дослідження полягає в пошуку потенційних продуцентів БМН серед представників аскоміцетів, використовуючи методи порівняльної геноміки [3], в табл. 1 наведені типові представники відділу Аскоміцети.

Табл. 1. Вирівнювання амінокислотних послідовностей білків МТБ *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 та білків представників аскоміцетів (*Ascomycota*)

Організм	Повнота геному	Е-число					
		Ident, %					
		Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1					
		mamA	mamB	mamM	mamO	mamE	mamK
<i>Aspergillus clavatus</i> NRRL 1	●	$2 \cdot 10^{-9}$	$9 \cdot 10^{-15}$	$3 \cdot 10^{-14}$	0,27	0,66	0,002
		22	25	24	28	36	22
<i>Penicillium camemberti</i> FM 013	●	$6 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-21}$	$1 \cdot 10^{-11}$	1,4	0,47	0,003
		23	27	24	43	32	23

Методами порівняльної геноміки показано, що серед досліджених 160 видів грибів, що відносяться до відділу аскоміцети, 118 видів є потенційними продуцентами БМН і здатні синтезувати зовнішньо-клітинні кристалічні БМН. Це говорить на користь гіпотези, що відновлення іоні металів відбувається не тільки за рахунок ферментів [1], а й механізму біомінералізації БМН [2].

1. Li X. *Journal of Nanomaterials* 2011.

2. Gorobets O. Yu. *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology* 2014.

3. Gorobets O. Yu. *Functional Materials* 2012.

СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОМАСИ ПЕЧЕРИЦІ ВИРОЩЕНОЇ НА СУБСТРАТІ З ДОДАВАННЯМ МАГНІТНОЇ РІДИНИ

Євжик Л.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056

luba97a@gmail.com

В останні десятиліття пошук сорбентів біологічного походження став одним з найбільш перспективних напрямків вирішень проблем для боротьби із забрудненням навколишнього середовища важкими металами [1]. Відомо, що гриби є природними і безпечними сорбентами по відношенню до іонів важких металів, барвників, пестицидів, тощо [2].

Плодові тіла грибів-макроміцетів можна вважати ідеальними для біосорбції іонів важких металів, тому що ефективність поглинання останніх вже доведена [1, 2]. Тому мета даного дослідження – провести культивування печериці на субстраті, збагаченому магнітною рідиною, та дослідити сорбційні властивості біосорбенту по відношенню до іонів Fe^{3+} , результати представлені на рис. 1.

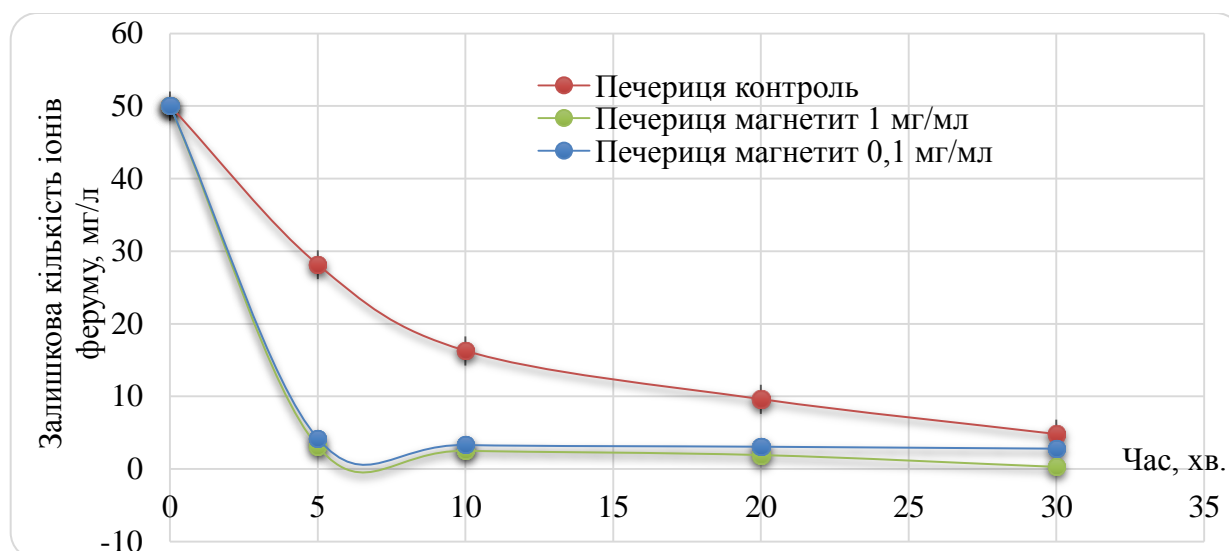


Рис. 1. Сорбційна здатність біомаси гриба *A.bisporus*, вирощеного на різних субстратах

Отже, при використанні біомаси печериці, вирощеної з додаванням магнітної рідини, значно покращуються властивості сорбенту, повне насичення відбувається в 6 разів швидше, тобто на 5 хв, в порівнянні з 30 хв для біосорбенту на основі біомаси гриба вирощеного на стандартному субстраті.

Література:

1. Bano A. *Biosorption of heavy metals by obligate halophilic fungi* / A. Bano, J. Hussai, A. Akbar // *Chemosphere*. – 2018. – №199. – P. 218–222.
2. Liang X. *Uranium phosphate biomineralization by fungi* / X. Liang, S. Hillier, H. Pendrowski // *Accepted Article*. – 2015. – №X. – P. 39.

СИСТЕМА БІОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НАДНИЗЬКИХ КОЛИВАНЬ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Замирайло Т.В.¹, Громозова Е.Н.², Грецький І.О.², Горго Ю.П.¹

*1- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
pon4ik471@gmail.com*

*2 - Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
Київ, 03143, ул. Заболотного, 154.*

Відомо, що сонячна активність викликає наднизькі коливання (ULF) геомагнітного поля в діапазоні частот 10^{-3} - 10^{-2} Гц. Моніторинг геомагнітної активності з використанням мікробних біосенсорів дозволяє дослідити біологічний ефект цього фактора.

Біодатчики на основі люмінесцентних бактерій привертають особливу увагу серед усіх типів біосенсорів. Бактеріальна люмінесценція є ферментативним процесом, пов'язаним із загальним метаболізмом клітини, що реагує на зміни навколишнього середовища.

Дане дослідження пов'язане з проведенням біологічного моніторингу для збору та аналізу даних геомагнітних збурень в магнітосфері та змін інтенсивності люмінесценції *Photobacterium phosphoreum* IMV B-7071.

У дослідженні використано люмінесцентні морські бактерії *P. phosphoreum* IMV B-7071 з колекції культури Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Для оцінки інтенсивності люмінесценції використовували фотопомножувач ФЕП-115. Геомагнітну активність оцінювали за значеннями Х-компоненти напруги магнітного поля Землі, використовуючи дані інституту геофізики НАН України (<http://www.igph.kiev.ua/>).

Експериментальні кореляційні зв'язки між щоденною геомагнітною активністю і специфічною інтенсивністю люмінесценції показали статистично значущу зворотну залежність з коефіцієнтом кореляції $R = -0,40$ ($p < 0,001$).

Проте вивчення специфічного впливу геомагнітного поля на інтенсивність бактеріальної люмінесценції вимагає автоматизованих тривалих паралельних вимірювань в реальному часі. Для цього було створено комплекс для безперервного культивування бактерій *P. phosphoreum* IMV B-7071. Промисловий цифровий мультиметр UNI-T UT171A (№160413239) дав можливість підключити персональний комп'ютер для реєстрації даних. Статистична обробка набору даних вимагає розробки спеціального програмного забезпечення.

Проаналізовані зміни геомагнітної активності та інтенсивності люмінесценції. Показано дію цього фактора на прокаріотичні організми.

ВПЛИВ МАГНЕТИТУ НА РОСЛИНИ *NICOTIANA TABACUM* В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Ільчук Н.М.¹, Банникова М.О.^{1,2}

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр-т Перемоги, 37, м. Київ, 03056, crazymiranda1203@gmail.com

²Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України вул. Академіка
Заболотного, 148, Київ, 03143

Вже давно було відмічено позитивний вплив магнетиту на рослини *in vivo*. Було показано, що додавання в ґрунт наночастинок магнетиту сприяло підвищенню вмісту хлорофілу та ефірних олій, швидкості росту та дозріванню насіння, а також зростанню маси сухої речовини [1]. Завданням нашого дослідження було вивчення впливу магнетиту аналогічно роботі [2] на рослини *Nicotiana tabacum* в умовах *in vitro*. Було сформовано 3 групи рослин: контрольна та 2 дослідних, що вирощувались при додаванні розведеного та концентрованого розчину магнетиту в поживне середовище. Асептично пророщене насіння тютюну сорту Гавана поміщали на агаризоване середовище MS (Мурасіге-Скуга) (контрольна група), середовище MS доповнене магнетитом у концентрації 0,1 мг/мл (дослідна група 1) та магнетитом у концентрації 1 мг/мл (дослідна група 2). При вивченні впливу магнетиту на ріст рослин тютюну визначали наступні параметри: довжина кореня, довжина пагону, кількість та площа листя. Дослідні вимірювання проводили на 14 та 28 добу культивування. Результати вимірів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Група рослин	Середня довжина кореня, мм		Середня довжина пагону, мм		Середня площа листків, мм ² / кількість листків, шт.	
	14 доба	28 доба	14 доба	28 доба	14 доба	28 доба
Контроль	23,0±6,3	30,4±5,9	5,2±1,1	6,6±0,9	29,1±10,4 / 6	64,6±28,9 / 7
Дослідна 1	25,2±8,9	38,8±5,0	3,4±0,5	7,6±0,8	20,7±7,2 / 5	82,6±24,5 / 7
Дослідна 2	10,0±2,2	9,8±2,3	2,6±1,3	2,2±1,1	9,0±5,8 / 5	14,0±8,5 / 4

Встановлено, що на 14 добу рослини з контрольної групи перевищують за всіма параметрами, окрім середньої довжини кореню ті, що росли на середовищі доповненому магнетитом у концентрації 0,1 мг/мл. На 28 добу спостерігається інша картина: рослини з дослідної групи 1 перевищують контрольну групу за всіма показниками. Рослини дослідної групи 2 після другого тижня культивування на середовищі з концентрованим магнетитом перестали розвиватись, що свідчить про токсичний вплив концентрованого магнетиту на ріст рослин. Таким чином, додавання розведеного магнетиту (0,1 мг/мл) сприяє росту і розвитку рослин тютюну в культурі *in vitro*: спершу пришвидшується ріст коренів, а потім наземної частини рослини.

1. Eلفky S. A., Mohammed M. A., Khater M. S., Osman Y. A. H., Elsherbini A. Effect of magnetite Nano-Fertilizer on Growth and yield of *Ocimum basilicum* L. Medicinal Plants. International Journal of Phytomedicines and Related Industries. 2013. Vol.46, №3. P. 1286-1292.

2. S. V. Gorobets, O. Yu. Gorobets, A. V. Magerman, Yu. I. Gorobets, I. V. Sharay. Biogenic magnetic nanoparticles in plants. – 2019. – arXiv:1901.07212 [q-bio.OT]

УДК:574.522

МІКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТОКЕРОВАНИХ ФРАКЦІЙ АКТИВНОГО МУЛУ

Ковальова С.О.¹, Ковальов О. В.²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
Svitlayak@gmail.com,

²Комунальне підприємство «Славутич-Водоканал», м. Славутич, Україна
alexey.kovalov@gmail.com

Активний мул – біоценоз мікроорганізмів (найпростіших, водоростей, бактерій), який використовується для біологічної очистки стічних вод на водоочисних спорудах [1]. Після магнітного сепарування ми провели мікроскопічне дослідження магнітної фракції мікроорганізмів активного мулу. Ми виявили деякі характерні для водоочисних споруд мікроорганізми, як наведено в роботі [2]. За допомогою мікроскопічного аналізу виявили наступні мікроорганізми: *Peranema trichophorum*, *Arcella vulgaris*, *Rotaria magnacalcarata*, *Epistylis plicatilis*, *Vorticella convallaria*, *Euglypha rotunda*, *Colurella adriatica*, що зображені на рисунку 1.

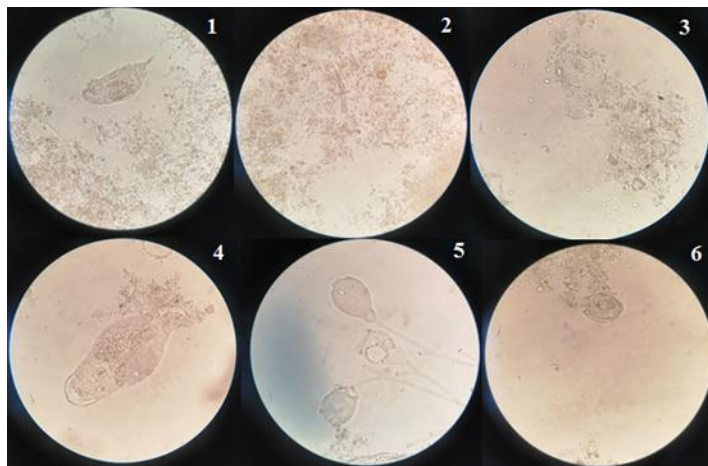


Рис.1. Мікроскопічне дослідження мікроорганізмів активного мулу: 1. *Colurella adriatica*, 2. *Arcella vulgaris*, 3. *Vorticella convallaria*, 4. *Rotaria magnacalcarata*, 5. *Epistylis plicatilis*, 6. *Euglypha rotunda*. Масштаб - 1:400.

Peranema trichophorum, *Epistylis plicatilis* є облігатними видами для фауни аеротенків [2]. *Vorticella convallaria* здатна існувати тільки в умовах з достатнім постачанням кисню [2]. Джгутикові мікроорганізми *Arcella vulgaris* виявлено у вигляді цист.

Отже, в магнітній фракції активного мулу ми виявили характерні для фауни аеротенків мікроорганізми, які придатні для виготовлення ефективного магнітокерованого біосорбенту [1].

1. Горобець С.В. Ефективність магнітокерованого біосорбенту на основі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* для очищення стічних вод / Горобець С.В., Чиж Ю.М., Ковальов О.В., Шпетний І.О. // Наукові вісті НТУУ "КПІ", –2015. – № 3. – С.14-22.
2. Кутикова Л. А. Фауна аеротенков (Атлас) // Л., Наука, 1984. — 264 с

БІОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ПРОДУЦЕНТІВ БМН СЕРЕД МІКРООРГАНІЗМІВ, ЩО Є ОСНОВОЮ ПРОБІОТИКІВ

Корнєва О.М., Гетманенко К.А.¹

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,

aleksandra_km@ukr.net

Пробіотики – це живі мікроорганізми та речовини мікробного чи іншого походження, які виявляють при природному способі введення позитивні ефекти на фізіологічні функції, біохімічні реакції організму оптимізуючи його мікроекологічний статус [1].

За допомогою методів попарного вирівнювання з використанням вільної в доступі програми “BLAST” проведено порівняння амінокислотних послідовностей білків групи Mam, найбільш важливих у біомінералізації біогенних магнітних наночастинок (БМН) у *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 [2], та протеоми пробіотичних мікроорганізмів з метою виявлення потенційних продуцентів БМН та їх класифікація за типом внутрішньої структури та місця локалізації БМН.

Таблиця 1 – Значення вирівнювання амінокислотних послідовностей білків *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 та амінокислотних послідовностей білків пробіотичних мікроорганізмів.

Досліджуваний організм	Повнота геному	E-value					
		Ident, %					
		Length					
		MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 20242	●	0.002	1e-08	3e-10	3e-09	4e-24	2e-13
		26.19	22.81	23.08	23.81	40.51	26.67
		126	263	260	168	158	315
<i>Lactobacillus helveticus</i> H9	●	0.15	1e-09	8e-10	9e-06	9e-23	3e-14
		22.86	23.19	25.00	23,81	38,82	26.90
		70	263	244	168	170	316
<i>Bifidobacterium animalis lactis</i> AD011	●	-	1e-04	1e-04	1e-08	8e-26	1.9
		-	28.77	26.98	25.82	41.08	21.84
		-	73	236	182	185	87

З результатів таблиці видно, що усі досліджені організми є потенційними продуцентами БМН. *Lactobacillus acidophilus* DSM20242 та *Lactobacillus helveticus* H9 – потенційні продуценти внутрішньоклітинних кристалічних БМН, а *Bifidobacterium animalis lactis* AD011 – внутрішньоклітинних аморфних БМН.

1. Антибиотики, пребиотики, пробиотики, метабиотики при избыточном бактериальном росте в тонкой кишке / Э.П.Яковенко, Н.А.Агафонова, А.В.Яковенко др. // Трудный пациент. – 2018. – №4. – с. 16–22.

2. Біомінералізація внутрішньоклітинних біогенних магнітних наночастинок і їх можливі функції/ О. Ю. Горобець, С. В. Горобець, Ю. І. Горобець //Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". - 2013. - № 3. - С. 28-33.

НОВИЙ ПІДХІД ДО ЗНЕШКОДЖЕННЯ БАКТЕРІЙ МАГНІТНОЮ ГІПЕРТЕРМІЄЮ

Кузьмініх Л.В., Кузьмініх Є.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
seugenekuz@gmail.com, 7ekuzm@gmail.com, pitbm@ukr.net*

Останнім часом патогенні мікроорганізми стають все більш стійкими до протимікробних препаратів, тому з ними все тяжче боротись традиційними методами терапії. Альтернативним методом може бути магнітна гіпертермія (МГТ), що в комплексі із традиційними методами лікування підвищує їх ефективність. Відомо, що багато мікроорганізмів продукують біогенні магнітні наночастинки (БМН). Але при знешкодженні мікроорганізмів МГТ дослідники не враховують їх феримагнітні властивості.

БМН мікроорганізмів за місцем локалізації та типом внутрішньої будови поділяються на 4 групи [1]. З застосуванням програми “BLAST” NCBI було проаналізовано 24 штами патогенних мікроорганізмів. Із них 2, *P. fluorescens* BVc6R8, *Bacillus cereus* G9241, мають кристалічні внутрішньоклітинні БМН (4 група), зовнішньоклітинні кристалічні (2 група) - 11 штамів: *S. aureus* ED133, *S. aureus* NCTC 8325, *S. aureus* ST72, *S. aureus* EMRSA16, *S. aureus* SCOA6009, *S. aureus* M81493, *S. aureus* 880, *S. aureus* 21269, *S. aureus* CO-98, *S. aureus* A8819; внутрішньоклітинні аморфні (3 група) - 8 штамів: *Pseudomonas fluorescens* NCIMB 11764, *P. fluorescens* ABAC62, *Shigella dysenteriae* 1617, *Shigella flexneri* 2a, *S. flexneri* 2a str. 2457T, *Clostridioides difficile* CD196, *Peptostreptococcus* sp. MV1, *Peptostreptococcus* sp. D1; зовнішньоклітинні аморфні (1 група) - 3 штами: *Streptococcus sanguinis* SK115, *S. pneumoniae* 845, *S. pneumoniae* 2070335.

В даній роботі запропоновано враховувати локалізацію та тип внутрішньої будови, від якої залежать магнітні властивості бактерій при їх знешкодженні МГТ. Ті, що відносяться до 2 та 4 груп можна знешкодити МГТ, використовуючи у якості магнітного матеріалу БМН цих бактерій. Всі інші мікроорганізми (1 та 3 групи) можна знешкодити, використовуючи методи їх штучного магнітомічення [2].

1. Gorobets O. Yu. Biomineralization and synthesis of biogenic magnetic nanoparticles and magnetosensitive inclusions in microorganisms and fungi / O. Yu. Gorobets, S.V. Gorobets, L.V. Sorokina // *Functional Materials*. – 2014. – 21 (4) – P. 427-436.
2. Gorobets S. Examining the properties of dry magnetically controlled biosorbent, obtained by the method of mechanical and magneto-hydrodynamic agitation / S. Gorobets, O. Gorobets, O. Kovalyov, K. Hetmanenko, S. Kovalyova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – №6/10 (84). – P. 57–63.

РОЗДІЛЕННЯ АКТИВНОГО МУЛУ НА 3 ФРАКЦІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАГНІТОКЕРОВАНОГО БІОСОРБЕНТУ

*Кузьмініх Л.В., Ковальова С.О., Шевгалішин Р.Л., Кузьмініх Є.В.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
Seugenekuz@gmail.com, Svitlayak@gmail.com, romshevgali@gmail.com,
7ekuzm@gmail.com, pitbm@ukr.net*

Активний мул (АМ) – це комплекс мікроорганізмів, які використовуються для очищення стічних вод. Відомо, що АМ містить магнітні та немагнітні мікроорганізми, які при високоградієнтній магнітній сепарації розділяються на магнітокеровану та немагнітокеровану фракції [1, 2]. Біогенні магнітні наночастинки (БМН) бактерій за місцем локалізації та типом внутрішньої будови поділяються на 4 групи [3]. Нашим завданням було розділити магнітокеровану фракцію на фази з різним діапазоном значень магнітофоретичної рухливості. При високоградієнтній магнітній сепарації АМ на швидкості потоку 0,04м/с магнітний фільтр затримує ті мікроорганізми, що містять кристалічні БМН. Мікроорганізми з аморфними БМН відфільтровуються на швидкості 0,02 м/с. Таким чином, при високоградієнтній магнітній сепарації АМ розділено на 3 фракції: магнітокеровану із кристалічною фазою БМН, магнітокеровану із аморфною фазою БМН, та немагнітокеровану фракцію.

Отже, першу фракцію, що містить мікроорганізми із кристалічними БМН, можна безпосередньо використовувати в якості магнітокерованого сорбенту. Другу фракцію, що містить мікроорганізми із аморфними БМН, необхідно додатково магнітомітити. При цьому будуть відсутні механізми сорбції-десорбції, характерні для штучного магнітомічення, так як між аморфними БМН мікроорганізмів та штучними магнітними наночастинками виникають диполь-дипольні взаємодії[3]. Третю немагнітокеровану фракцію необхідно магнітомітити методом магнітогідродинамічного перемішування [2], але тоді цей біосорбент може застосовуватися тільки для очищення води, тому що мікроорганізми втрачають життєздатність.

Використана література:

- 1. Горобець С.В. Отримання магнітокерованого біосорбенту на основі мікроорганізмів активного мулу / С.В. Горобець, К.А. Гетманенко, Д.С. Пономаренко // Innov.Biosyst. Bioeng. – 2018. –vol.2. – №4. – С. 262-270.*
- 2. Gorobets S. Examining the properties of dry magnetically controlled biosorbent, obtained by the method of mechanical and magneto-hydrodynamic agitation / S. Gorobets, O. Gorobets, O. Kovalyov, K. Hetmanenko, S. Kovalyova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. –№6/10 (84). – P. 57–63.*
- 3. Gorobets O. Yu. Biomineralization and synthesis of biogenic magnetic nanoparticles and magnetosensitive inclusions in microorganisms and fungi / O. Yu. Gorobets, S.V. Gorobets, L.V. Sorokina // Functional Materials. – 2014. – 21 (4) – P. 427-436.*

МЕТАГЕНОМІКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИВЧЕННЯ "НЕКУЛЬТИВУЮЧИХ" ФОРМ МІКРООРГАНІЗМІВ

Кушнір Є.Є.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
mr.chrona@gmail.com*

Некультивуємі форми мікроорганізми становлять більшу частину біорізноманіття Землі. В природних екосистемах не більше 0.1-1% бактерій може бути культивовано в лабораторних умовах¹. Тому необхідні нові методичні підходи для виявлення і опису некультивуємих форм мікробів, вивчення генетичної різноманітності і структури мікробних спільнот, розуміння їх екологічної ролі в біосфері. Метагеноміка як незалежний від культивування метод аналізу колективного геному мікробного співтовариства дозволяє відповісти на фундаментальні питання мікробіології і екології мікроорганізмів. Такий аналіз можливий тільки в результаті біоінформатичної обробки величезних масивів даних, одержуваних при секвенуванні сумарної метагеномної ДНК або окремих генів.

Метагеномний аналіз включає в себе виділення ДНК із зразка навколишнього середовища, екстракції ДНК, побудови бібліотеки, секвенування, обробки отриманих послідовностей і їх збірки.

Одним з основних етапів є підготовка зразка для дослідження, перетворення вихідного матеріалу – нуклеїнової кислоти - в стандартну бібліотеку фрагментів ДНК для завантаження в секвенатор. Вона полягає у вбудовуванні сумарної, об'єднаної ДНК до відповідних векторних молекул ДНК (плазмід, бактеріофаги), введення її в клітину, що служить у якості господаря введеної ДНК, культивування і всебічний аналіз отриманих колоній. В результаті геномінекультивуємих форм мікроорганізмів «проявляються» в легкокультивуємому і генетично охарактеризованому господарі. Отримана таким чином бібліотека генів може бути вивчена на предмет наявності тих чи інших унікальних генів, продукти яких можуть мати велике наукове і прикладне значення.

Секвенування може відрізнятися по генному складу: секвенування маркерних послідовностей (наприклад, 16S рРНК) або повногеномне секвенування. Кінцеві результати можуть бути у формі метагеномних, метатранскриптомних, метапротеомних або метаболомних даних².

1. Stewart, E. J. *Growing Unculturable Bacteria [Текст] /E. J. Stewart // Journal of Bacteriology 194. - 2012. – 4151- 4160.*

2. Tringe, S. G. *Comparative metagenomics of microbial communities [Текст] /S. G. Tringe // Science 308.5721. - 2005. – 554-557.*

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ МАГНІТОСОМ НА ВІДМІНУ ВІД ШТУЧНИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК

Кушнір Є.Є.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
mr.chrona@gmail.com*

Магнетосоми–мембранні органели бактеріальної клітини що сприяють руху магнітотаксисних бактерій (МТБ) у відповідь на магнітні характеристики оточення. Магнітотаксисні бактерії зустрічаються майже у всіх класах групи *Proteobacteria* і *Nitrospirae*, повсюдно присутні в водних екосистемах і можуть переміщатися уздовж ліній магнітного поля. Завдяки своїм унікальним властивостям, магнетосоми бактерій застосовуються в широкому спектрі областей: біотехнології, медицині, геології, астробіології і т.д. З їх допомогою можлива магнітна сепарація клітин, виділення ДНК і РНК безпосередньо з біологічних рідин, виявлення ракових клітин на ранніх стадіях розвитку, спрямована доставка лікарських засобів і багато іншого.

Зараз в промислових масштабах застосовують синтезовані штучні магнітні наночастинки (ШМН). Вони мають постійний або наведений магнітний момент і використовуються в біотехнології, медицині та інших галузях. Зазвичай їх застосовують не в чистому вигляді, а «одягають» в капсули або поміщають в матриці¹.

Однак стоїть питання наскільки безпечні магнітні наночастинки для організму. Різними вченими були проведені експерименти по впливу ШМН та бактеріальних магнітосом на цитотоксичність та апоптоз людських клітин. Штучні магнітні наночастинки представляють значно більшу генотоксичність і цитотоксичність в порівнянні з бактеріальними магнетосомами, і ймовірність появи некрозу тканин². При інкубації з ШМН клітинної лінії людських фібробластів життєздатність знижується приблизно на 25-50 %³. Клітини з магнетосомами підтримують нормальну морфологію, в той час як клітини з ШМН піддаються руйнуванню. І магнетосоми, і ШМН можуть викликати пошкодження ДНК, проте пошкодження, викликані магнетосомами, контрольовані і оборотні. Навпаки, пошкодження, викликані ШМН, досить суттєві і приводять до самознищення клітин.

Таким чином, бактеріальні магнетосоми показують чудову цитосумісність і оборотну генотоксичність.

1.Nikiforov, V.N. *Biomedical applications of the magnetic nanoparticles*[Текст] / V.N Nikiforov // *Magneticnanoparticles- 2009.* – p. 466

2.Qi, L. *Cytotoxicity and genotoxicity of bacterial magnetosomes against human retinal pigmentepithelium cells*[Текст] / L. Qi // *ScientificReports* 6. - 2016. – 26961

3.Gupta, A. K. *Surface-modified superparamagnetic nanoparticles for drug delivery: preparation, characterization, andcytotoxicity studies*[Текст] / A. K. Gupta // *IEEE transaction sonnanobioscience* 3.1. - 2004. – 66-73.

**ВІРУСИ ПРОКАРІОТ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ БІОКОНТРОЛЮ
БАКТЕРІЙ РОДУ *ERWINIA***

Лебединська Ю.В.¹, Златогурська М.А.²

¹*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
timoshka503@gmail.com*

²*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ
вул. Заболотного, 154, Київ, 03680*

Бактеріофаги (фаги), будучи внутрішньоклітинними паразитами бактерій, широко розповсюджені в оточуючому середовищі. Фаги відіграють важливу роль в біології хазяїна залежно від типу інфекційного процесу (літичний або ж лізогенний), що вони здатні викликати. Завдяки відносно простій структурній та генетичній організації, фаги є класичними модельними об'єктами молекулярної біології та знаходять широке практичне застосування в таких галузях як генетична інженерія, медицина, сільське господарство та харчова промисловість[1].

Згідно сучасній класифікації, яка базується на типі нуклеїнової кислоти та морфології вірусної частки, виділяють 13 сімейств бактеріофагів. Серед них найкраще вивченими є фаги порядку *Caudovirales*, геном яких представлено лінійною дволанцюговою ДНК, а капсид складається з ікосаедричної головки та хвостового відростка. В залежності від структури хвостових відростків виділяють три сімейства «хвостатих» фагів: *Myoviridae* (довгі скоротливі), *Siphoviridae* (довгими нескоротливі) та *Podoviridae* (короткі нескоротливі)[2].

Представники роду *Erwinia* це епіфітні та патогенні бактерії, що вражають широкий спектр рослин, завдаючи значних економічних збитків. *Erwinia amylovora*, типовий вид даного таксону, є збудником опіків рослин і карантинним об'єктом. Крім *E. amylovora*, рід *Erwinia* також включає інші види, що викликають опікоподібні симптоми у рослин (*E. pyrifoliae*, *E. piriflorinigrans*, *E. uzenensis* та *E. horticola*). Про наявність фагів у бактерій роду *Erwinia*, повідомлялося у багатьох роботах [4]. Літичні ервінофаги інтенсивно досліджуються у зв'язку з їх потенційним використанням як агентів біоконтролю. В той же час, помірні фаги ервіній лишаяться малодослідженими, однак мають важливе значення для бактерії-хазяїна, оскільки їх геноми можуть містити та трансдукувати детермінанти патогенності[4]. Таким чином, дослідження біології ервінофагів, а також особливостей фаго-бактеріальної взаємодії в системі фітопатогенних ервіній, має практичне значення для розробки засобів біологічного захисту рослин.

1. Calendar R. *The Bacteriophages. Second edition* / Richard Calendar. – Oxford: University Press, 2006. – 746 с.
2. Иконникова Н. В. *Бактериофаги – вирусы бактерий. Учебное пособие* / Н. В. Иконникова. – Минск: «ИВЦ Минфина», 2017. – 41 с.
3. *Genome Sequences of 19 Novel Erwinia amylovora Bacteriophages* / Esplin IND, Berg J.A, Sharma R., Allen R.C.. // *Genome Announ.* -2017. – №5. –С. 17.
4. *Bacteriophages of Erwinia amylovora* / Gill J.J., Svircev A.M., Smith R., Castle A.J.. // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2003. – №69. – С. 2133–8.

БІФІДОБАКТЕРІ В ЯКОСТІ ВЕКТОРІВ ДЛЯ ГЕННОЇ ТЕРАПІЇ РАКУ**Міленко Ю.В.****Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056, pitbm@ukr.net**

Головною метою лікування раку є фокусування терапії на пухлинах без шкоди для здорових клітин. У зв'язку з цим перспективним вважається створення бактеріальних векторів, здатних до транспортування генів та пухлиноспецифічної реплікації (ампліфікації конкретно в межах пухлини) генів, які кодують токсини, інгібітори ангиогенезу, цитокіни та ферменти для конвертації проліків.

В останні роки було продемонстровано пухлиноспецифічну реплікацію у багатьох видів бактерій: *Bifidobacterium*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Listeria monocytogenes* [1]. Найбільш доцільним з-поміж них є використання бактерій роду *Bifidobacterium*, оскільки вони є непатогенними, наділені високою антагоністичною властивістю щодо патогенних мікроорганізмів та мають здатність до модуляції місцевих і системних імунних реакцій.

Шляхом біоінформаційного аналізу, результати якого наведені у табл. 1, було встановлено, що деякі представники роду *Bifidobacterium*, а саме *Bifidobacterium adolescentis* та *Bifidobacterium pseudocatenulatum* є потенційними продуцентами внутрішньоклітинних кристалічних БМН. Таблиця 1 – Показники вирівнювань амінокислотних послідовностей білків родини Mam *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 та протеомів біфідобактерій.

Назва виду	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>				
Назва білка	MamA	MamB	MamM	MamE	MamO
Е-число	-	2e-05	6e-08	4e-24	2e-07
Відсоток ідентичних амінокислотних залишків	-	23%	23%	40%	30%
Назва виду	<i>Bifidobacterium pseudocatenulatum</i>				
Назва білка	MamA	MamB	MamM	MamE	MamO
Е-число	2e-08	1e-05	8e-05	5e-25	1e-05
Відсоток ідентичних амінокислотних залишків	36%	24%	27%	41%	29%

Оскільки, відомо, що у пухлинних тканинах зазвичай спостерігається підвищений рівень наночастинок магнетиту [2], зазначені види бактерій можуть бути застосовані у якості специфічних протипухлинних векторів, які взаємодіятимуть з пухлинними клітинами за рахунок сили магнітодипольної взаємодії, що виникає між БМН бактеріальних векторів та БМН пухлинних клітин.

1. Baban C.K. *Bacteria as vectors for gene therapy of cancer* / C.K. Baban, M. Tangney, M. Cronin [et al.] // *BioengBug* – 2010. – 1(6). – p.385-94.

2. Chekhun V.F. *Magnetic nanostructures in tumour cells* / V.F. Chekhun, S.V. Gorobets, O.Yu. Gorobets [et al.] // *Res. Bul. National Acad. Sciences Ukraine*. - 2011. - N 9. - p. 12-21.

ПОТЕНЦІЙНІ ПРОДУЦЕНТИ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК СЕРЕД СИМБІОТИЧНИХ БАКТЕРІЙ ЛЮДСЬКОГО ОРГАНІЗМУ

Міленко Ю.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056,
pitbm@ukr.net*

Останнім часом все більше уваги науковців приділяється питанням практичного застосування біогенних магнітних наночастинок (БМН) та мікроорганізмів, що їх утворюють, у різноманітних цілях. Зокрема, перспективними напрямками вважаються створення генних векторів з бактерій-продуцентів БМН та виділення магнітосом з цілісною мембранною для створення на їх основі магнітокерованих лікувальних та діагностичних засобів. У зв'язку з цим постає необхідність пошуку та виділення непатогенних для людини мікроорганізмів, що утворюють кристалічні БМН, об'єднані у ланцюжки.

Для виявлення потенційних продуцентів БМН серед симбіотичних бактерій людини проводився біонформаційний аналіз [1] у програмі «BLAST», результати якого представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Показники вирівнювань амінокислотних послідовностей білків родини Mam *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 та протеомів симбіотичних бактерій

Назва мікроорганізму	E-число (I, %)					
	MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
<i>Bacillus subtilis</i>	1e-07 (25%)	4e-45 (33%)	8e-32 (21%)	6e-06 (25%)	5e-33 (39%)	6e-11 (25%)
<i>Bacillus cereus</i>	2e-05 (27%)	5e-40 (31%)	8e-32 (31%)	3e-06 (25%)	2e-25 (39%)	1e-11 (25%)
<i>Bacteroides pectinophilus</i>	1e-07 (27%)	2e-39 (29%)	7e-33 (31%)	6e-14 (24%)	2e-35 (46%)	2e-07 (25%)
<i>Lactobacillus fermentum</i>	6e-04 (28%)	2e-05 (25%)	6e-10 (27%)	1e-09 (29%)	1e-25 (41%)	5e-11 (24%)
<i>Bacteroides galacturonicus</i>	1e-08 (25%)	2e-38 (32%)	6e-10 (28%)	7e-35 (30%)	2e-36 (43%)	2e-07 (26%)

Отримані результати свідчать, що такі симбіотичні мікроорганізми як *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacteroides pectinophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Bacteroides galacturonicus* є потенційними продуцентами внутрішньоклітинних кристалічних БМН, об'єднаних у ланцюжки. При цьому на сьогодні існують експериментальні підтвердження утворення БМН у *L.fermentum* та *B.cereus*. Дані щодо інших наведених мікроорганізмів можуть бути в подальшому підтверджені експериментальним шляхом.

1. Gorobets S.V. *Bio-mineralization of biogenic magnetic nanoparticles and their possible functions in cells of prokaryotes and eukaryotes* / O.Yu. Gorobets, S.V. Gorobets, L.V. Sorokina // Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology. – 2014, 3rd ed. - p. 300–306.

ПОТЕНЦІЙНІ ПРОДУЦЕНТИ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК СЕРЕД ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Остренко В.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056*

viktoriaostrenko14@gmail.com

Наночастинки оксиду заліза впливають на широке коло важливих процесів ґрунтоутворення. Тому, пошук та застосування в агропромисловості продуцентів магнетиту (Fe_3O_4) і маггеміту (Fe_2O_3) відіграє вагоме значення для підвищення родючості ґрунтів [1].

Метою даної роботи є виявлення гомологів білків сімейства Mam *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 у представників ґрунтових бактерій для встановлення їх здатності до біомінералізації біогенних магнітних наночастинок (БМН).

Дослідження проводили шляхом попарного вирівнювання амінокислотних послідовностей з використанням вільного в доступі програмного ресурсу NCBI - «BLAST», враховуючи такі параметри: E-value, identity, спільні функції білків-гомологів та довжину вирівнювання. Для порівняння було обрано білки без яких неможливий процес біомінералізації *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1: MamA, MamB, MamM, MamO, MamE і MamN.

У ході роботи виявлено 10 штамів потенційних продуцентів БМН: *Clostridium pasteurianum* BC1, *Clostridium beijerinckii* NCIMB 8052, *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824, *Azotobacter vinelandii* CA, *Azotobacter chroococcum* NCIMB 8003, *Pseudomonas fluorescens* SBW25, *Pseudomonas mendocina* NK-01, *Pseudomonas putida* KT2440, *Bacillus mycoides* KBAV4, *Bacillus megaterium* ATCC 14581.

За класифікацією БМН за місцем локалізації та властивостями, яка наведена у роботі [2], знайдених потенційних продуцентів можна віднести до мікроорганізмів, що синтезують внутрішньоклітинні кристалічні БМН (у зв'язку наявності у них гомологів MamA, MamB, MamM, MamO та MamE).

Отже, за допомогою методів порівняльної геноміки серед ґрунтових мікроорганізмів було виявлено 10 штамів потенційних продуцентів внутрішньоклітинних кристалічних БМН.

Література:

- Colombo C. Iron Oxide Nanoparticles in Soils: Environmental and Agronomic Importance/ C. Colombo, E. DiIorio, L. Qingsong [et. al.] // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2017. –V.17(7). p. 4449-4460.*
- Gorobets O. Yu. Biomineralization and synthesis of biogenic magnetic nanoparticles and magnetosensitive inclusions in microorganism sandfungi / O. Yu. Gorobets, S. V. Gorobets, L. V. Sorokina //Functional materials. –2014. –V.21(4). –p. 427-436.*

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ МІДЬРЕЗИСТЕНТНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Піскова О.А.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056, piskova.olenka@gmail.com*

Дослідження різноманітних екосистем засвідчують, існування в них мікроорганізмів, які резистентні до різних іонів металів, таких як: хром, кобальт, мідь. Мідь (II) є металом комбінованої дії, що поєднує в собі властивості металів-окислювачів та металів-заміщувачів. До мідьрезистентних мікроорганізмів належать: *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* subsp, *niger*, *Thiobacillus ferrooxidans*, *Neurospora crassa* та інші, які є стійкими до токсичної міді(II) у надвисоких концентраціях – 10000 мг/л (цитратна форма) та 500 мг/л (водний розчин CuSO₄) [1]. Ці мікроорганізми здатні відновлювати мідь, за рахунок механізму біомінералізації біогенних магнітних наночастинок за умови відсутності в середовищі іонів заліза.

Для підтвердження цієї гіпотези методами біоінформатики проведено вирівнювання послідовностей білків, необхідних для біомінералізації БМН у *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1, та білків досліджуваних мідьрезистентних мікроорганізмів аналогічно роботі [2] (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати вирівнювання

№п/п	Досліджуваний організм	Повнота геному	E-value					
			Ident, %					
			Length					
			Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1					
			MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
1	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> ADP1	●	0,002	5e-09	4e-06	2e-11	1e-31	2e-05
			20,81%	22,08%	20,81%	29,21%	38,75%	25,49%
			149	154	173	178	160	204
2	<i>Klebsiella aerogenes</i> EA1509E	●	3e-04	1e-34	7e-32	3e-10	3e-36	2e-07
			30,59%	33,33%	30,48%	26,34%	40,67%	25,40%
			105	246	269	262	209	311
3	<i>Desulfovibrio</i> sp.C1TLV30	●	6e-09	4e-24	5e-11	9e-13	2e-36	6e-12
			27.61%	30.38%	25.58%	30.36%	46.96%	27.33%
			163	260	258	168	181	333

Дослідження обраної теми має практичне значення: можливість виділити мідьрезистентні мікроорганізми з природних екосистем дозволяє створювати новітні біотехнологічні очищення промислових стічних вод від розчинних сполук міді у надвисоких концентраціях [3].

1. Гаврилюк О. А., Говоруха В. М., Таширевіч О. Б. Стійкість мікроорганізмів чорноземного ґрунту до розчинних сполук міді / Фактори експериментальної еволюції організмів. - Том 23 (2018). - С. 273-278.

2. Gorobets S.V. et al., "Biomining of biogenic magnetic nanoparticles and their possible functions in cells of prokaryotes and eukaryotes", in Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, 3rd ed. Taylor&Francis, 2014, pp. 300–306.

3. Weissman Z., Berdicevsky I., Cavari B.Z., Kornitzer D. The high copper tolerance of *Candida albicans* is mediated by a P-type ATPase. PNAS. 2000. V. 97. No. 7. P. 3520–3525.

МОРФОЛОГІЧНІ ВІДМІННОСТІ ГЛИВИВ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ МАГНІТНОЇ РІДИНИ У СУБСТРАТІ

Радіонов О.А.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056*

radionov.oleh@gmail.com

Методами порівняльної геноміки показано, що генетичний апарат біосинтезу БМН є єдиним у представників трьох царств живих організмів та ґрунтується на генах, які походять від спільного предка ще до появи багатоклітинних організмів [1]. Тому актуальним є перевірити здатність грибів-потенційних продуцентів БМН до накопичення штучного магнетиту.

Проведено культивування гливи на збагаченому магнітною рідиною (МР) субстраті, досліджено вагу та морфологічні зміни плодових тіл. Порівняння морфологічних особливостей гливи наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння морфологічних особливостей *P. ostreatus* вирощеного на субстратах з різною концентрацією магнітної рідини.

Характеристика	Концентрація МР	<i>P. ostreatus</i>
Середня маса, г	Контроль	15±1
	0,1 мг/мл	24±1 (*60%)
	1 мг/мл	19±1 (*27%)
Середня довжина гриба, см	Контроль	10±0,1
	0,1 мг/мл	14±0,1 (*40%)
	1 мг/мл	12±0,1 (*20%)
Середній діаметр шапки, см	Контроль	7±0,1
	0,1 мг/мл	9±0,1 (*29%)
	1 мг/мл	9±0,1 (*29%)

* прирости маси, довжини гриба та діаметру шапки відповідно, по відношенню до контролю

При високих концентраціях МР (1 мг/мл) в субстраті, спостерігається пришвидшення росту на початку дозрівання та швидке старіння гриба, внаслідок того, що пори гіфів забиваються кластерами магнетиту. При концентрації МР 0,1 мг/мл спостерігається значне пришвидшення росту та швидше дозрівання грибів в порівнянні з контролем.

Отримані результати підтверджуються низкою робіт, де проводиться вирощування рослин, мікроміцетів та бактерій [2] з додаванням магнетиту, але пояснення цих ефектів практично відсутні.

1. Gorobets O. Yu. Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology 2014.

2. Josan V. Sciendo 2018.

**БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ШКІР'ЯНОГО
ВИРОБНИЦТВА ВІД СПОЛУК СІРКИ****Ребрикова П.А.****Київський національний університет технологій та дизайну
вул. Немировича-Данченка 2, Київ, 01011**

На сьогоднішній день процеси шкіряного виробництва вважаються одними з найбільших забруднюючих для навколишнього середовища. Оскільки перетворення сировини на готову продукцію відбувається переважно у воді (середнє споживання води на шкіряних заводах становить 25-80 м³ на 1 т переробленої сировини), очевидно, що основна кількість забруднюючих речовин знаходиться в стічних водах. Вони містять кров, шерсть, розчинені білки, жири, волосся та інші забруднення органічного походження, а також кальцій, сульфіді, сульфати, хлориди, органічні та неорганічні кислоти, дубильні речовини та / або тривалентний хром у дуже високих концентраціях. Тому такі стічні води вимагають глибокого очищення, перш ніж вони будуть скинуті у водойму.

Серед токсичних забруднюючих речовин надзвичайно важливим є видалення важких металів і сульфатів зі стічних вод перед скиданням. Сульфати при потраплянні у водойму разом із стічними водами, є дуже токсичними сполуками, так як при їх концентрації в 10 мг/дм³, а інколи й нижче, можуть викликати загибель риби у водоймі.

Найбільш поширеними методами для видалення забруднень зі стічних вод є хімічна коагуляція, іонообмінні технології, зворотний осмос, процес електролізу та інші, але більшість з них є відносно дорогими, складними процесами і неефективними для видалення сульфату. Оскільки характеристиками стічних вод шкіряного заводу є високе органічне навантаження, відносно висока температура води і можливість виникнення деградації сполук, що майже не здатні до біорозкладання, таких як таніни, це свідчить про доцільність використання анаеробних технологій очищення.

Так, в нещодавніх дослідженнях [1,2] було підтверджено, що використання мікробної асоціації сульфатредуючих бактерій в анаеробних умовах є ефективним для видалення важких металів і сульфатів зі стічних вод. Використовуючи сульфат як акцептор електронів, сульфатредуючі бактерії можуть перетворювати субстрати для утворення сірководню, який в свою чергу може реагувати з важкими металами і видаляти їх з розчину як нерозчинні сульфіді металів.

Такий анаеробний процес є дуже привабливим рішенням для обробки високонавантажених стічних вод, через невеликий вихід шламу та низьке споживання енергії, але тим не менше, його застосування має деякі недоліки, такі як потреба в додатковій попередній обробці стічних вод та необхідність зменшення концентрації дубильних речовин та інших інгібіторів, для забезпечення високих показників ефективності видалення органічної речовини.

1. *Alberto Mannucci Anaerobic treatment of vegetable tannery wastewaters / A. Mannucci, G. Munz, G. Mori, C. Lubello. // Desalination. – 2010. – №264. – С. 1–8.*

2. *Jing Guo. Bioassessment of heavy metal toxicity and enhancement of heavy metal removal by sulfate-reducing bacteria in the presence of zero valent iron / Jing Guo, Yong Kang, Ying Feng. // Journal of Environmental Management. – 2017. – №203. – С. 278–285.*

БІОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ *ESCHERICHIA COLI* BL21Робота О.В.¹¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 03056, Київ, пр. Перемоги, 37alexandra.robota10@gmail.com

Біогенні магнітні наночастинки (БМН) наявні не тільки у магнітотаксисних бактерій, а й у клітинах окремих представників усіх відомих царств живих організмів. Для дослідження був обраний штам *Escherichiacoli* BL21. Ці мікроорганізми характеризуються швидким розвитком, невибагливі до складу поживного середовища. *Escherichia coli* BL21 – грамнегативна паличка, яка використовує перитрихіальні джгутики для руху або нерухомо [1].

В ході роботи було проведено порівняння амінокислотних послідовностей протеому *Escherichia coli* BL21 з послідовностями Mam-білків *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 аналогічно роботі [2] тапоказано, що *Escherichia coli* BL21 є потенційним продуцентом внутрішньоклітинних аморфних БМН, так як має гомологи білківMamB, MamO, MamE, MamM, MamK (таблиця 1). Вирівнювання проводилось за допомогою програмного забезпечення “BLAST” Національного центру інформації з біотехнології (NCBI).

Таблиця 1. Значення вирівнювання амінокислотних послідовностей білків *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 та амінокислотних послідовностей білків *Escherichia coli* BL21.

Досліджуваний організм	E-value					
	Ident, %					
	Length					
	Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1					
	MamA	MamB	MamM	MamO	MamE	MamK
<i>Escherichia coli</i> BL21	-	2e-18	4e-14	4e-13	2e-37	3e-07
	-	27.94	22.96	28.90	40.19	25.08
	-	247	257	173	209	311

Так, як біоінформаційний аналіз підтверджує здатність *Escherichia coli* BL21 до синтезу БМН, то є доцільним подальше дослідження клітин даних мікроорганізмів за допомогою методів атомно-силової (АСМ) та виявлення їх місцезнаходження.

1. Haeyoung Jeong, Hyun Ju Kim, Sang Jun Leeb, «Complete Genome Sequence of *Escherichia coli* Strain BL21», *Genome Announc.* 2015 Mar-Apr; 3(2): e00134-15.
2. Gorobets S.V. et al., “Biom mineralization of biogenic magnetic nanoparticles and their possible functions in cells of prokaryotes and eukaryotes”, in *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, 3rd ed. Taylor&Francis, 2014, pp. 300–306.

ВПЛИВ МУТАЦІЙ У ГОМОЛОГАХ БІЛКІВ МАГНІТОСОМНОГО ОСТРІВЦЯ НА ВИНИКНЕННЯ ХВОРОБ ЛЮДИНИ

Теліженко В.С.

¹*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056,*

valeriia.dccclxiv@ukr.net

Передбачено, що процеси утворення біогенних магнітних наночастинок в організмі людини можливе завдяки експресії білків, гомологічних ключовим білкам магнітосомного острівця магнитотаксисних бактерій[1]. Вивчення мутацій, що впливають на структуру і функції білків-гомологів людини потенційно дозволить встановити зв'язок між утворенням біогенних магнітних наночастинок (БМН) та виникненням патологічних процесів в організмі людини.

За допомогою методів порівняльної протеоміки та аналізу баз даних мутацій, асоційованих з хворобами (dbSNP, OMIM) було визначено несинонімічні мутації, які призводять до заміни амінокислот або впливу на експресію білків-гомологів при певних захворюваннях (табл. 1).

Таблиця 1 - Мутації гомологів білків МО МТБ і асоційовані хвороби людини

Білки МО МТБ	Білки- гомологи людини	Функція і локалізація гомологів	ID-номер мутації	Характеристика мутації	Асоційова на хвороба
МамА	PEX5 – Фактор біогенезу пероксисом	Пероксисомальний транспорт білків. Наявний у всіх тканинах.	rs6175213 8	Заміна аспарагіну на лізин (консервативна ділянка)	Синдром Зельвегера
МамВ МамМ	Транспортер цинку 9	Внутрішньоклітинний гомеостаз цинку. Експресується в усіх клітинах організму.	rs1131692 331	Делеція аланіну (консервативна ділянка)	Синдром Бірка- Ландау- Переза
МамО	HtrA2	Індукція апоптозу. Наявний у переважній більшості органів.	rs7247054 4	Заміна аланіну на серин за межами консервативної ділянки	Хвороба Паркінсона
МамЕ	HtrA1	Регулює доступність інсуліноподібного фактору росту. Наявний в багатьох органах (легені, печінка, сітківка тощо).	rs1120063 8	Мутація у промоторі гену	Вікова макулодис- трофія

Таким чином, було визначено, що мутації у гомологах білків біомінералізації БМН, асоційовані як з вродженими хворобами, часто несумісними з життям (синдром Зельвегера, Бірка-Ландау-Переза), так і з віковими патологіями.

ВПЛИВ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК НАВЗАЄМОДІЮ МІЖ ПАТОГЕННИМИ АГРОБАКТЕРІЯМИ ТА РОСЛИНАМИ-ХАЗЯЇВАМИ

Горобець С.В.¹, Теліженко В.С.^{1, 2}, Шарай І.В.²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056

²Інститут магнетизму НАНУ та МОНУ, пр. Вернадського, 36-б
valeriia.dccclxiv@ukr.net

На сьогодні залишається відкритим питання стосовно механізмів взаємодії клітин патогенних агробактерій між собою та з рослинними клітинами, а також наявності та функцій біогенних магнітних наночастинок у агробактерій.

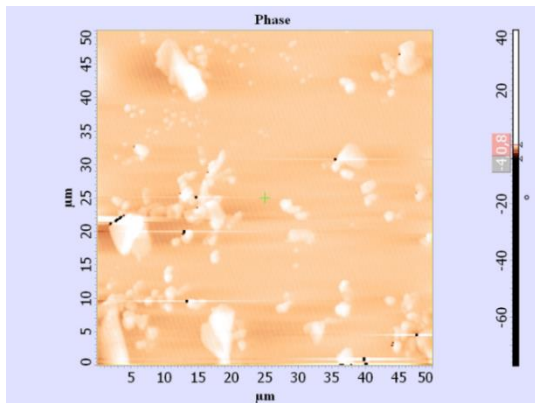


Рис. 1. МСМ агробактерій *Agrobacterium rhizogenes* A4, які в своєму складі мають як окремі БМН, так і ланцюжки БМН

Вивчення останніх є особливо важливим з огляду на можливість їхньої модифікації з метою досягнення ефективнішої генетичної трансформації рослин та підвищення їх врожайності. Патогенні агробактерії *Agrobacterium rhizogenes* A4, було досліджено на предмет наявності БМН за допомогою магнітно-силової мікроскопії (МСМ) (рис.1). Крім того, встановлено, що *Agrobacterium rhizogenes*, також є потенційними продуцентами БМН, оскільки містять у протеомах гомологи всіх білків біомінералізації БМН, а саме MamA, MamB, MamM, MamO, MamE і MamN (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники значущості вирівнювань амінокислотних послідовностей білків родини *Mam Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 і протеому патогенних агробактерій *Agrobacterium rhizogenesi* типової рослини-хазяїна

Назва штаму	E-число (I, %/Q, %)					
	MamA	MamB	MamM	MamE	MamO	MamN
<i>Agrobacterium rhizogenes</i>	6e-07(24/73)	1e-22(27/89)	1e-20(29/86)	5e-37(44/51)	4e-11(26/39)	1e-04(23/56)
<u>Типова рослина-господарь патогенних агробактерій</u>						
Соя культурна (<i>Glycinemax</i>)	1e-07(24/73)	5e-32(27/96)	6e-28(30/80)	2e-30(44/20)	6e-06(24/28)	3e-11(28/47)

Отримані експериментальні дані дозволяють припустити можливість відновлення іонів заліза у клітинах агробактерій із подальшим утворенням БМН, що, може виступати механізмом запобігання вільнорадикальним реакціям, а також сприяти міжклітинним взаємодіям агробактерій, які мають магнітну природу та рослин-хазяїв за рахунок магнітної диполь-дипольної взаємодії між БМН агробактерій та БМН рослин-хазяїв.

1. Gorobets O.Yu. Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, 2014.

ПОТЕНЦІЙНІ ПРОДУЦЕНТИ БІОГЕННИХ МАГНІТНИХ НАНОЧАСТИНОК СЕРЕД ЗБУДНИКІВ БОРЕЛІОЗУ

Тітов А.В., Шевгалишин Р.Л¹

¹*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056*

tutovand@gmail.com

Біогенні магнітні наночастинки (БМН) здатні накопичуватись в організмі людини при різних захворюваннях [1, 2]. Одним з шляхів їх накопичення є здатність мікроорганізмів-збудників захворювань, синтезувати БМН. Сили магнітодипольної взаємодії між бактеріями з БМН та БМН органів і тканин людини можуть бути більшими, ніж сили специфічної взаємодії антиген-антитіло [3].

Метою даної роботи є перевірити потенційну здатність збудників захворювання Лайм – Бореліозу до біомінералізації. Дослідження було проведено шляхом вирівнювання послідовностей амінокислот збудників захворювання та білків групи Mam бактерії *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1, завдяки яким і відбувається біомінералізація. Вирівнювання проводилось за допомогою програмного забезпечення “BLAST” Національного центру інформації з біотехнології (NCBI).

В ході проведеної роботи було встановлено, що *Borrelia burgdorferi* B31, *Borrelia garinii* потенційними продуцентами внутрішньоклітинних кристалічних БМН, адже містять гомологи білків: MamA, MamB, MamM, MamO, MamE, результати вирівнювання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вирівнювань послідовностей білків, необхідних для біомінералізації БМН у *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1, та білків досліджуваних організмів

Досліджуваний організм	Повнота геному	E-value				
		Ident, %				
		Length				
		Білки <i>Magnetospirillum gryphiswaldense</i> MSR-1				
		MamA	MamB	MamM	MamO	MamE
<i>Borrelia burgdorferi</i> B31	●	3*10 ⁻⁷	2*10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁷	2*10 ⁻⁴	4*10 ⁻²⁸
		22.11	37.88	27.27%	23.08	34.91
		190	66	88	156	212
<i>Borrelia garinii</i>	●	3*10 ⁻⁷	3*10 ⁻⁹	3*10 ⁻⁵	6*10 ⁻⁴	2*10 ⁻²⁸
		22.63	36.99	25	23.08	34.91
		190	73	88	156	212

Примітка: ● – нуклеотидні послідовності геному відомі повністю;

З цього можна зробити висновок, що збудники Лайм – Бореліозу є одним з джерел накопичення БМН в багатьох тканинах людини.

Література:

1. Hautot D. Preliminary evaluation of nanoscale biogenic magnetite in Alzheimer's disease brain tissue. / D. Hautot, Q. A. Pankhurst, N. Khan, J. Dobson // Proc Biol Sci., 2003.

2. Kobayashi A. Soc. Powder and Powder Metallurgy / A. Kobayashi, N. Yamamoto, J. Kirschvink, J. Jap. // 1997.-№44.-P. 94

3. Горобець С. Потенційні продуценти біогенних магнітних наночастинок серед патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів / С. Горобець, О. Горобець, Е. Бутенко // Наукові вісті НТУУ «КПІ» - 2015, №3 – С. 101

ОРГАНІЗАЦІЯ ВІРІОННОЇ ДНК БАКТЕРІОФАГІВ

Юрченко О. А.¹, Златогурська М. А.²

¹**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пр. Перемоги 37, Київ, 03056, alexandraayurchenko@gmail.com**

²**Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, 03680**

Віруси бактерій (бактеріофаги) відіграють важливу роль в регулюванні мікробного балансу в багатьох екосистемах. Різноманітне вивчення фагів приводить до розширення кола їх практичного застосування в медицині, генетичній інженерії, промисловості, сільському господарстві [1].

Найкраще вивченими є фаги порядку *Caudovirales*, віріони яких складаються з лінійної дволанцюгової молекули ДНК, оточеної білковою оболонкою, та хвостового відростка. Морфогенез фагових віріонів складається з трьох основних етапів (збірка голови, хвостового відростка, фібрил) і завершується упаковкою молекули ДНК через порталну вершину голови, з наступним приєднанням до неї хвостового відростка. Упаковка ДНК в капсид - це процес транслокації нуклеїнової кислоти в головку за допомогою фермента термінази, що потребує енергії АТФ. Терміназа знаходиться на порталній вершині капсида та складається з двох субодиниць: великої та малої. Велика субодиниця відповідає за розщеплення ДНК та її транслокацію в прокапсид. Мала субодиниця бере участь в ініціації упаковки і стимулює АТФазну активність великої субодиниці [2].

Залежно від стратегії реплікації (сігма, тета) та особливостей механізму упаковки, віріонні ДНК фагів можуть мати різні типи кінців. *Cos*-фаги (λ , НК97, P2) мають односторонні послідовності на кінцях віріонної ДНК («липкі кінці»). В свою чергу упаковка ДНК у *pac*-фагів (P22, P1, T4) відбувається згідно *headful*-механізму, що забезпечує формування прямих циклічно пермутованих кінцевих повторів. Крім того, виділяють фаги з короткими та довгими прямими кінцевими повторами ДНК; бактеріальними кінцевими послідовностями, а також термінальними білками [3].

Pac-фаги здатні упаковувати фрагменти бактеріальної або плазмідної ДНК, забезпечуючи тим самим генералізовану трансдукцію. У зв'язку з цим *pac*-фаги розглядаються як природні вектори латерального переносу генів, який виступає основним фактором бактеріального різноманіття. Тому вивчення механізмів формування фагових геномів і їх упаковки в вірусну частинку становлять значний науковий та практичний інтерес.

1. Maczulak A. *Encyclopedia of microbiology* / Anne Maczulak. – New York: Facts on File, 2011. – 640 с.

2. Fokine A. *Molecular architecture of tailed double-stranded DNA phages* / A. Fokine, M. Rossmann. // *Landes Bioscience*. – 2014. – №4. – С. 1–22.

3. Clokie M. *Bacteriophages. Methods and Protocols*. / M. Clokie, A. Kropinski. // *Methods in molecular biology*. – 2009. – №502. – С. 91–113.