

УДК 579.68(504.454)

**Н. В. КОВАЛЬОВА**, канд. біол. наук, с.н.с., **В. І. МЕДІНЕЦЬ**, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
**С. В. МЕДІНЕЦЬ**, д-р природ. наук, **О. П. КОНАРЕВА**, **І. Є. СОЛТІС**

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова*

пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: [n.kovaleva@onu.edu.ua](mailto:n.kovaleva@onu.edu.ua)

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ В 2015-2017 РР.

**Мета.** Вивчення змін чисельності бактеріопланктону в водах Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. під впливом абіотичних факторів в умовах контрольованого експерименту по заповненню лиману морською водою. **Методи.** Метод прямого підрахунку мікроорганізмів під мікроскопом. **Результати.** Чисельність бактеріопланктону Куяльницького лиману змінювалася в дуже широких межах ( $1,4 \cdot 10^6$  кл/мл -  $140 \cdot 10^6$  кл/мл) і на 1-2 порядки перевищувала значення в морських водах і прісноводних джерелах, які впадають до лиману. Динаміка дворічного ряду спостережень показала різкі зміни кількості бактеріопланктону в лимані, де його чисельність зменшилася в 2016 р. по зрівнянню с 2015 р. в середньому в 2,2 рази.. Розподіл ЧБ у воді лиману показав кількісну перевагу в придонному шарі, що свідчить про надходження мікроорганізмів до водного шару з донних відкладень. **Висновки.** Різкі зміни ЧБ у водах Куяльницького лиману, на нашу думку, були пов'язані з декількома факторами: з одного боку інтенсивний розвиток архей в 2015 р. міг бути спровокований змінами умов середовища у зв'язку з заповненням лиману морською водою, з іншого боку - різке зменшення кількості мікроорганізмів в 2016 р. було викликано випадінням гіпсу і утворенням гіпсової кірки на дні, що на деякий час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

**Ключові слова:** бактеріопланктон, мікроорганізми, бактерії, Куяльницький лиман

**Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V., Konareva O. P., Soltys I. E.**

*Odessa National I.I.Mechnikov University*

### CHARACTERISTICS OF BACTERIOPLANKTON IN THE KUYALNYK ESTUARY

#### DEVELOPMENT IN 2015-2017

**Purpose.** To study changes in the Kuyalnik Estuary bacterioplankton number in 2015-2017 under the influence of abiotic factors in conditions of controlled experiment consisting at the estuary refilling with marine water. **Methods.** Number of microorganisms in the Kuyalnik Estuary and the adjacent water-bodies/watercourses has been studied. Method of direct count of microorganisms under microscope has been used. **Results.** Bacterioplankton number in the Kuyalnik Estuary varied within very broad limits ( $1.4 \cdot 10^6$  cell/ml -  $140 \cdot 10^6$  cell/ml); it was 1-2 orders of magnitude higher than in marine water and fresh watercourses entering the estuary. Dynamics of the two years' set of observations has shown sharp changes of bacterioplankton number in the estuary; in 2016 it decreased in the average 2.2 times compared with 2015. Bacterioplankton number distribution in the estuary has shown quantitative prevalence in the bottom layer, which evidences arrival of microorganisms into the bottom layer from bottom sediment. **Results.** To our mind the sharp changes in bacterioplankton number in the Kuyalnik Estuary were connected with several factors: on one hand intensive archaea development in 2015 could have been provoked by the changes in the environment caused by the estuary refilling with marine water; on the other hand, sharp decrease in microorganisms number in 2016 were caused by gypsum sedimentation and gypsum crust forming on the estuary floor, which practically suspended all the exchange processes between water and the bottom for some time.

**Key words:** bacterioplankton, microorganisms, bacteria, Kuyalnik Estuary

**Ковалева Н. В., Медінец В. І., Медінец С. В., Конарева О. П., Солтис І. Є.**

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова*

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНА В

#### 2015-2017 ГГ.

**Цель.** Изучение изменений численности бактериопланктона в водах Куяльницкого лимана в 2015-2017 гг. под влиянием абиотических факторов в условиях контролируемого эксперимента по заполнению лимана морской водой. **Методы.** Метод прямого подсчета микроорганизмов под микроскопом. **Результаты.** Численность бактериопланктона Куяльницкого лимана изменялась в очень широких пределах ( $1,4 \cdot 10^6$  кл/мл -  $140 \cdot 10^6$  кл/мл) и на 1-2 порядка превышала значения в морских водах и пресно-

водних источниках, впадаючих в лиман. Динаміка двухлетнего ряду наблюдений показала різкі зміни кількості бактеріопланктону в лимані, де його чисельність зменшилась в 2016 г. по порівнянню з 2015 г. в середньому в 2,2 рази. Розподіл ЧБ в воді лиману показав кількісний переобладнання в придонному шарі, що свідчить про надходженні мікроорганізмів в водний шар з донних відкладень. **Висновки.** Різкі зміни ЧБ в водах Куяльницького лиману, по нашому мненню, були пов'язані з кількома факторами: з однієї сторони інтенсивне розвиток архей в 2015 г. могло бути спровоковано змінами умов середовища в зв'язі з заповненням лиману морською водою, з іншої сторони - різке зменшення кількості мікроорганізмів в 2016 г. було викликане випадінням гіпсу та утворенням гіпсової корки на дні, що на якийсь час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

**Ключові слова:** бактеріопланктон, мікроорганізми, бактерії, Куяльницький лиман

### Вступ

Відомо [1], що бактерії є одним з найважливіших елементів біоценозу водної екосистеми, відповідаючи за процеси трансформації (утилізації та мінералізації) органічної речовини. Гіперсолоним водоймищем притаманна специфічна галофільна мікрофлора, що може функціонувати в широкому діапазоні солоності [2]. Сучасна систематика бактерій відносить галофільні прокаріоти до двох доменів: Archaea і Bacteria. Їх метаболічне різноманіття включає аеробних і анаеробних фототрофів, аеробних гетеротрофів, денітрифікаторів, сульфатредукторів, метаногенів [3]. Окремі мікробіологічні дослідження Куяльницького лиману проводилися в минулому біля 70 років тому Рубенчиком [4] і Л. Б. Ісаченко [5] та включали визначення біогеохімічних процесів, що пов'язані з циклами вуглецю, азоту та сірки. При цьому загальна чисельність мікроорганізмів не визначалася. Але за літературними даними відомо, що в гіперсолоних водоймищах при порівняно низькій різноманітності спостерігається дуже висока щільність мікроорганізмів [6]. Наприклад, за даними багаторічних досліджень галофільних мікроорганізмів в Мертвому морі, щільність угруповання архей періодично досягала  $3,5 \cdot 10^7$  кл/мл, що надавало червоне забарвлення воді із-за високого вмісту бактеріоруберіну в їх клітинах [7]. Велика кількість червоних архей ( $4,0 \cdot 10^7$ - $4,0 \cdot 10^8$  кл/мл) відзначалася також і в Великих Солених Озерах, де вода також мала рожевий відтінок [8].

Донні відкладання гіперсолоних водойм містять ще більшу кількість і різноманітність мікроорганізмів [9]. В Куяльницькому лимані вони характеризуються великими запасами пелюїдів, в яких

концентрації мінеральних сполук, включаючи біогенні речовини, перевищують концентрації в ропі [10]. Пелюїди характеризуються дуже складним мікробним складом, що відіграє важливу роль у процесі утворення і формування їх лікувальних властивостей. Внаслідок анаеробних умов у донних відкладах деструкція органічної речовини викликається процесом бактеріальної редукції як органічної речовини, так і сульфатів [11]. Треба відмітити, що присутність розчиненого кисню в придонних шарах води на межі донні відкладення – ропи забезпечує частково класичну аеробну деструкцію органічної речовини у воді. Значні градієнти концентрацій мінеральних і органічних сполук на межі «вода (ропа) - пелюїди» сприяють дифузії біологічно-активних сполук та мікроорганізмів з пелюїдів у водний шар (ропу) [12].

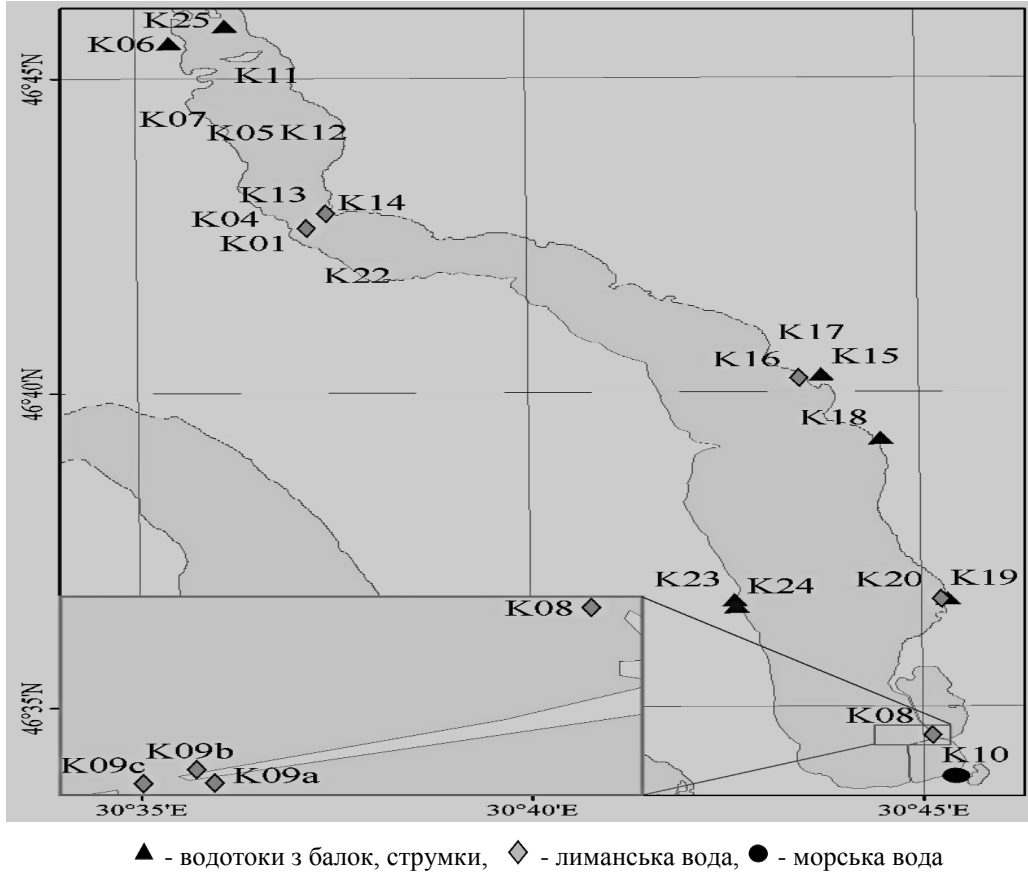
Окрім того, що мікробні угруповання відіграють виключно важливу роль у процесах, що відбуваються у воді та в донних відкладах, вони також дуже швидко реагують на всі чинники природного або антропогенного характеру, тобто є найвідчутливішими індикаторами змін в стані водних екосистем [13]. У зв'язку з цим детальні дослідження стану бактеріопланктону Куяльницького лиману на протязі біля 2 років дають змогу більш об'єктивно та всебічно оцінити наслідки впливу заповнення лиману морською водою на його екосистему.

Ціллю досліджень є вивчення причин змін чисельності бактеріопланктону в водах Куяльницького лиману в 2015-2017 рр. під впливом абіотичних факторів в умовах контрольованого унікального експерименту заповнення лиману морською водою.

**Методи досліджень**

В 2015-2017 рр. проведено 22 щомісячні експедиції, в процесі яких відібрано 134 зразки води Куяльницького лиману і 15 зразків з водних джерел, прилеглих до лиману, включаючи струмки, водотоки з балки та морську воду з труби. Зразки води відбиралися (рис. 1) у північній частині

лиману біля с. Ковальовка (станція 1) та в гирловій частині біля с. Шевченково (станції 8, 9а, 9б, 9с і 10). У березні та травні 2015 р. додатково проведено відбори зразків на станціях 13 (с. Ковальовка), 16 (с. Кубанка), 20 (с. Красносілка) і 25 (північ лиману).



**Рис. 1** - Розташування точок відбору зразків води для аналізу бактеріопланктону.

Для визначення загальної чисельності [14] бактеріопланктону воду з поверхневого шару відбирали класичним методом прямого відбору при заглибленні склянки в водойму на глибину 5-10 см. Воду з придонного шару відбирали за допомогою ручного трубчатого пробовідбірника, зробленого спеціально з цією метою – щоб уникнути перемішування і контамінації

зразків [15]. Відібрані зразки об'ємом 100 мл фіксувалися формальдегідом з кінцевою концентрацією 4%. Після доставки в лабораторію зразки води фільтрували через мембранні ультрафільтри Sartorius з діаметром пір 0,2 мкм, фарбували 5 % карболовим еритрозином і переглядали під мікроскопом при збільшенні 1200.

**Результати та обговорення**

Аналіз отриманих результатів визначення чисельності бактеріопланктону (ЧБ) в зразках води лиману в період з березня 2015 р. по червень 2017 р. показав, що їх значення коливалися в дуже широкому

діапазоні (табл.). Максимальні значення ЧБ сягали  $(1,2-1,4) \cdot 10^8$  кл/мл навесні і осінню 2015 р. [16]. В липні і серпні 2015 р. спостерігалось зниження ЧБ до  $(0,8-0,9) \cdot 10^8$  кл/мл. Мінімальні значення ЧБ  $(1,4 \cdot 10^6)$  кл/мл

Таблиця

Середні і граничні значення чисельності мікроорганізмів ( $10^6$  кл/мл) в поверхневих водах північної та південної частин Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

Рік	Місяць	Північ (станція К1)	Південь (ст. К8, 9а, 9б, 9с)		
			Середня	Мін.	Макс.
2015	Березень	98,2	104,1	98,2	110,0
	Квітень	124,7	82,3	62,6	102,0
	Травень	108,0	-	-	132,1
	Червень	110,7	-	-	-
	Липень	93,7	79,8	77,0	97,2
	Серпень	96,3	96,5	95,3	99,7
	Вересень	-	112,3	105,9	115,2
	Жовтень	-	129,2	116,9	140,0
	Листопад	78,7	113,8	91,0	133,6
2016	Грудень	-	20,6	1,4	45,6
	Лютий	45,8	74,6	55,4	105,3
	Березень	35,59	40,6	36,3	46,7
	Квітень	-	53,4	27,7	76,6
	Травень	27,4	39,8	35,4	45,9
	Липень	18,1	11,4	9,6	14,6
	Серпень	11,1	13,9	9,6	16,3
	Вересень	45,3	35,8	18,0	48,0
	Жовтень	46,7	40,6	35,9	45,2
2017	Листопад	-	49,4	44,4	53,5
	Грудень	30,5	34,0	26,0	44,2
	Березень	27,4	30,3	26,9	36,0
	Червень	49,4	10,7	6,4	13,6

визначені в поверхневих водах північної частини лиману в грудні 2015 р. при надходженні до лиману морських вод. Сезонні зміни ЧБ у 2016 р. як для північної, так і для південної частин лиману характеризувались найбільшою щільністю ( $45,8 \cdot 10^6$  кл/мл та  $105,3 \cdot 10^6$  кл/мл відповідно) в лютому і поступовим зниженням до мінімальних значень ( $9,6 \cdot 10^6$  кл/мл) в липні-серпні. У вересні 2016 р. значення ЧБ зросли порівняно з літніми значеннями майже в 3 рази для південної частини і в 4 рази для північної частини, де було досягнуто рівня лютого максимуму ( $45,3 \cdot 10^6$  кл/мл). Загальною рисою сезонної динаміки бактеріопланктону за два роки спостережень є зниження його чисельності в акваторії лиману в червні і серпні. Синхронність сезонних змін в усіх районах лиману підтверджує високий позитивний коефіцієнт кореляції ( $r=0,86$ ) між чисельністю мікроорганізмів в північній і південній частинах. При цьому середні значення чисельності мікроорганізмів в північній ( $6,15 \cdot 10^7$  кл/мл) і південній ( $6,22 \cdot 10^7$  кл/мл) частинах лиману за період спостережень

були практично однаковими. Найпримітнішою особливістю динаміки мікроорганізмів Куяльницького лиману за досліджений період було різке зниження їх кількості в 2016 р. порівняно з 2015 р. (рис. 2).

Середнє значення ЧБ у 2015 р. склало  $(9,3 \pm 3,4) \cdot 10^7$  кл/мл і було в 2,2 рази вищим, ніж в 2016 р.  $(4,3 \pm 2,2) \cdot 10^7$  кл/мл. При цьому були зареєстровані значні зміни в морфології клітин мікроорганізмів. Морфологічними формами в 2015 р. були великі зігнуті палички і плоскі дисковидні клітини, які характерні для архей (Archaea). Крім того, фіксувалось рожеве забарвлення води лиману, що в літературі [7, 8] звичайно пов'язують з інтенсивним розвитком в гіпергалінних водоймах архей, які містять червоний пігмент бактеріоруберін. За спостереженнями дослідників Мертвого моря [7] інтенсивне цвітіння архей, яке супроводжувалося рожевим забарвленням води, спостерігалось після розбавлення поверхневих вод моря рясними зимовими дощами. Можна припустити, що цвітіння архей в 2015 р., в Куяльницькому лимані

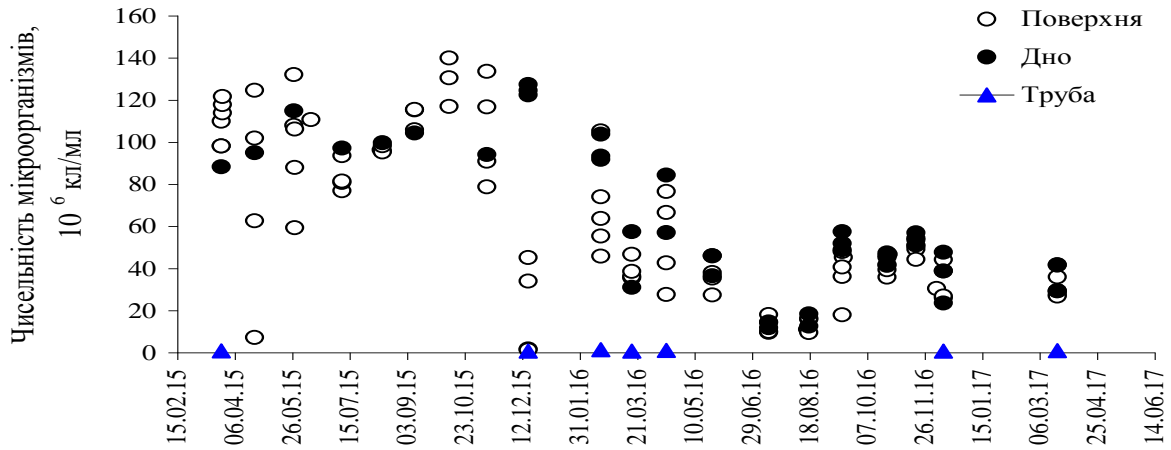


Рис. 2 – Чисельність бактеріопланктону в воді Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

було спровоковано поповненням лиману морською водою з Одеської затоки. У 2016 р. морфологія клітин бактеріопланктону змінилася на банальні дрібні форми паличок і коків, що більш властиво для звичайних водних бактерій. В 2016 р., при зменшенні чисельності мікроорганізмів, рожевого забарвлення води лиману не спостерігалося. Різке зменшення кількості мікроорганізмів в воді лиману в 2016 р., на нашу думку, також може бути пов'язано з випадінням гіпсу і утворенням гіпсової

кірки на дні лиману, що було зареєстровано нашими гідрогеологами [15]. Гіпсова кірка заважала дифузії з донних відкладень в воду мінеральних сполук біогенних речовин і мікроорганізмів, концентрація яких в пелоїдах значно перевищує їх вміст в воді.

Порівняльний аналіз ЧБ в поверхневому і придонному шарі води (рис. 3) показав, що їх значення в придонній воді були, в середньому, в 1,3 рази вищими, ніж у поверхневій.

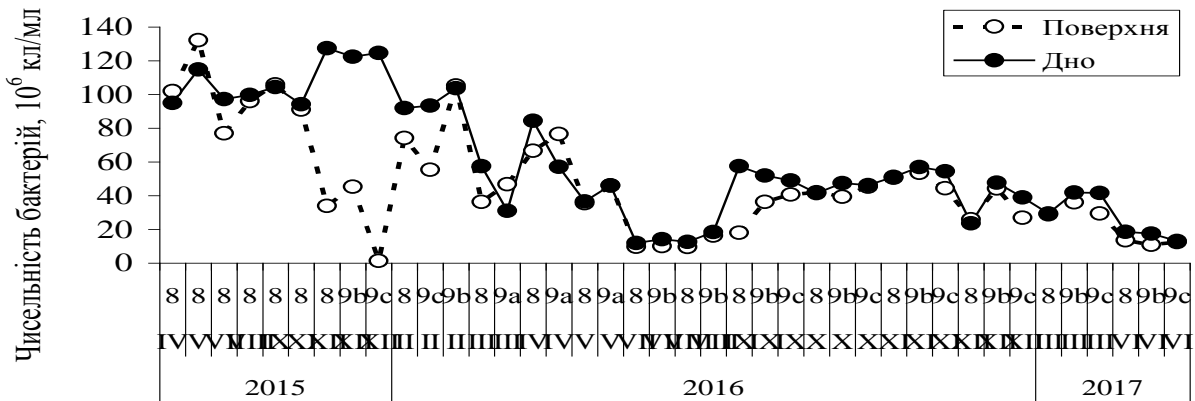


Рис. 3 - Розподіл ЧБ в поверхневому і придонному шарах вод різних станцій Куяльницького лиману в 2015-2017 рр.

Перевищення питомої чисельності мікроорганізмів в придонному шарі води, порівняно з поверхневим, відмічено в 80% спостережень. Найбільші градієнти вертикального розподілу ЧБ зафіксовані в зимовий період з грудня 2015 по лютий 2016. У грудні в поверхневих водах пониззя лиману визначено абсолютний мінімум ЧБ

( $0,14 \cdot 10^7$  кл/мл), що, на нашу думку було визвано значним зниженням солоності (132,9 ‰) внаслідок надходження до лиману морських вод. В той же час в придонних водах лиману кількість мікроорганізмів сягала дуже високих значень ( $12,5 \cdot 10^7$  кл/мл), які майже на два порядку перевищували значення на

поверхні. При цьому солоність придонного шару води складала 242,3‰ і була у 1,8 разів вищою, ніж на поверхні. Значне перевищення щільності мікроорганізмів біля дна у порівнянні з поверхнею спостерігалось також у вересні 2016 р., коли на станції 8 кількість мікроорганізмів в придонному шарі ( $5,7 \cdot 10^7$  кл/мл) в 3 рази перевищувала значення, отримані в поверхневому шарі ( $1,8 \cdot 10^7$  кл/мл). У цьому випадку також відмічено великі розбіжності в солоності поверхневих (67,21%) і

придонних (333,14 ‰) вод, що було визвано значними поступленнями прісної води з інтенсивними дощами.

Для оцінки впливу на ЧБ і солоність поверхневих вод лиману водних джерел, що впадають у лиман, нами періодично аналізувалася кількість мікроорганізмів в струмках, водотоках з балок і морських водах, які надходять до лиману. Найнижчий вміст мікроорганізмів визначено в морській воді, що надходила до лиману через трубу (станція К10, рис. 4).

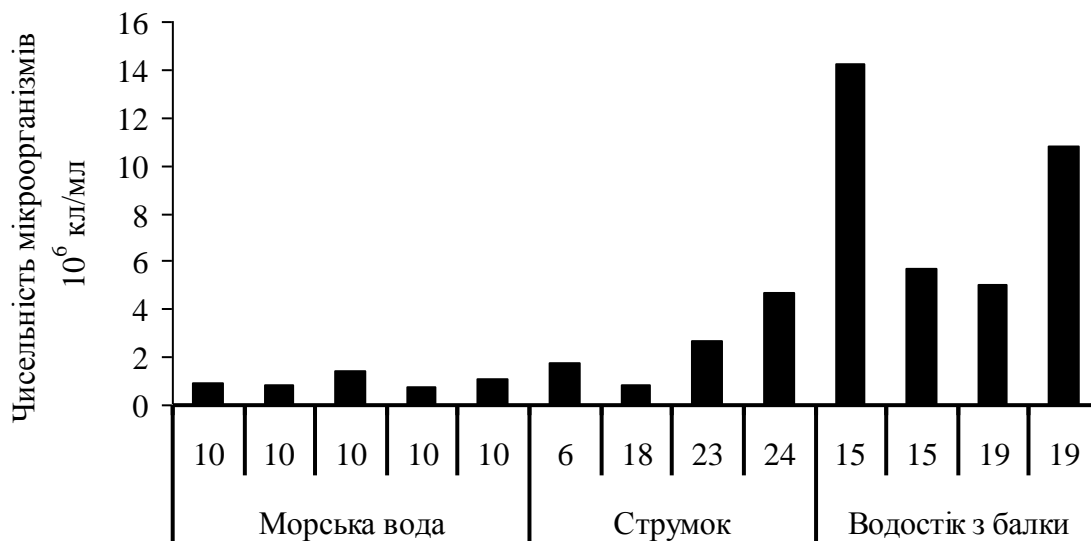


Рис. 4 – Чисельність мікроорганізмів у водотоках, що впадають до Куяльницького лиману

В період надходження морських вод у лиман (грудень-квітень) середня чисельність мікроорганізмів в морській воді  $(1,01 \pm 0,28) \cdot 10^6$  кл/мл була в 40 разів меншою ніж у лимані в зазначений період і при цьому відповідала рівневі мезотрофних морських вод [17].

В воді струмків ЧБ  $(2,50 \pm 1,66) \cdot 10^6$  кл/мл була, в середньому, у 2 рази вищою, ніж у морській воді, і, згідно з екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші, відповідала категорії достатньо чистих вод [18]. При цьому, ЧБ у воді струмків на порядок величин поступалася їх значенням в лимані.

Ще вищим був вміст бактерій у водотоках з балок, де середня кількість мікроорганізмів становила  $(8,94 \pm 4,37) \cdot 10^6$  кл/мл, що свідчить про значне забруднення вод, які за якістю відносяться до категорії брудні. Однак і ці значення були на порядок величин нижчими, ніж у лимані.

Отримані результати свідчать про те, що водні джерела, які впадають до Куяльнику, сприяють зниженню щільності мікроорганізмів в лимані, але цей вплив є досить локальним і стосується лише поверхневого шару вод.

Для оцінки впливу на мікробіологічний режим вод Куяльницького лиману абіотичних чинників було проведено аналіз статистичних взаємозв'язків рядів ЧБ з температурою, солоністю та рН, які показали, що коефіцієнти кореляції між ЧБ і температурою ( $r = -0,14$ ) і рН ( $r = -0,27$ ), хоча і були невеликими за значеннями, але вказували на тенденцію збільшення ЧБ при зниженні температури і рН. Зниження рН при збільшенні кількості мікроорганізмів це цілком природне явище бо в процесі своєї життєдіяльності більшість бактерій підкисляють довкілля. Коефіцієнт кореляції між ЧБ та солоністю ( $r = 0,21$ ) також мав не високе значення. Однак при ранжируванні даних по станціях коефіцієнт кореляції між

чисельністю мікроорганізмів і солоністю зріс до значення  $r=0,66$ , при рівні значимості 0,01.

Аналіз статистичних взаємозв'язків ЧБ з біомасою (БФ) та чисельністю фітопланктону (ЧФ), коливання якого детально проаналізовані в роботі [19] показав, що коефіцієнти парної кореляції між ними

були низькими і мали негативний знак (для пари ЧБ-БФ  $r=-0,24$ , для пари ЧБ-ЧФ  $r=-0,11$ ). Тобто, хоча тісного взаємозв'язку між бактеріо- і фітопланктоном не спостерігалось, але можна відмітити тенденцію зменшення чисельності бактерій при зростанні кількісних характеристик фітопланктону в період досліджень.

### Висновки

На основі проведених досліджень, можна сформулювати наступні висновки:

1. Чисельність бактеріопланктону Куяльницького лиману змінювалася в дуже широких межах від  $1,4 \cdot 10^6$  кл/мл до  $140 \cdot 10^6$  кл/мл і при цьому на 1-2 порядки перевищувала звичайні значення ЧБ як для морських вод, так і прісноводних джерел, які впадають до лиману, що свідчить про його автохтонність.

2. Аналіз дворічного ряду спостережень за бактеріопланктоном показав, що максимальні значення його чисельності спостерігалися у 2015 р. до початку зимового періоду заповнення лиману морською водою. В наступний 2016 рік чисельність мікроорганізмів в середньому зменшилася в 2,2 рази і досягла мінімальних значень в червні-серпні 2016 р., що за нашою думкою було викликано випаданням гіпсової кірки на дно лиману, яка зменшила всі обмінні процеси на границі вода-дно, і обумовило зменшення переходу мікроорганізмів із донних відкладень в придонні шари води. В 2017 році кількість мікроорганізмів та їх динаміка були близькі до той, що спостерігалися в 2016 р., тобто чисельність знижувалася від вересня до червня, коли, як і в попередньому році, реєструвалися найменші його значення.

3 Для вертикального розподілу бактеріопланктону було характерно збільшення його чисельності у придонному шарі води, що свідчить про те, що основним джерелом надходження мікроорганізмів до водного шару є донні відкладення лиману.

4. Різкі часові зміни чисельності бактеріопланктону у водах Куяльницького лиману, на нашу думку, були пов'язані з декількома факторами: з одного боку інтенсивний розвиток архей в 2015 р. міг бути спровокований змінами умов середовища у зв'язку з заповненням лиману морською водою, з іншого боку – різке зменшення

кількості мікроорганізмів в 2016 р. було викликано випаданням гіпсу і утворення гіпсової кірки на дні, що на деякий час практично припинило всі обмінні процеси на межі вода-дно.

5. Прогнозуючи подальші наслідки наповнення лиману морською водою, необхідно враховувати, що зі збільшенням товщини гіпсової кірки час її існування буде зростати, тому з одного боку, це буде сприяти зростанню часу анаеробних умов у донних відкладеннях та інтенсифікації розвитку сульфатредуючих бактерій, які відіграють основну роль у процесі грязеутворення, але з іншого боку гіпсова кірка стає перепорою для збагачення придонного шару води хімічно- і біологічно- активними компонентами, які виділяються в процесі аеробної деструкції органічної речовини з пелюдів.

6. Чисельність бактеріопланктону в придонних шарах води лиману можна використовувати в якості індикатора інтенсивності процесів обміну утворення біологічно-активних сполук на межі вода-дно, які є визначальними в процесах утворення унікальних куяльницьких грязей.

Дослідження проводились в рамках держбюджетної теми «Вивчити кризові зміни екосистеми Куяльницького лиману та обґрунтувати заходи щодо стабілізації його екологічного стану» (науковий керівник Черкез Є.А., д-р геол.-мінер. наук), яка виконувалася науковою групою Одеського національного університету імені І.І. Мечникова у 2015-2017 рр. за замовленням МОН України. Автори висловлюють подяку співробітникам Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету імені І.І. Мечникова Газетову Є.І., Піцику В.З., Абакумову О.М., та водію Гулому А.В. за велику допомогу у виконанні експедиційних спостережень та відборі зразків.

### Література

1. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах, Л., Наука, 1985, 294 с.
2. Романенко С.И., Кузнецов С.И. Микрофлора Сиваша некоторых соляных промыслов Крыма. Физиология водных микроорганизмов и их роль в круговороте органического вещества. Л.: Наука, 1969. С. 8–13.
3. Oren A. Diversity of halophilic microorganisms: environments, phylogeny, physiology, and applications. J. Ind Microbiol Biotechnol. 2002, Jan; 28(1): 56-63
4. Рубенчик Л.И. Микроорганизмы и микробные процессы в соляных водоемах Украины. К.: Изд-во АН УССР. 1948. 118 с.
5. Исаченко Б.Л. Микробиологические исследования над Грязевыми озерами. *Избр.тр.*, Т.2. М.-Л., Изд. АН СССР. 1951. С. 26-142.
6. Ma1 Y, Galinski E. A, Grant W. D, Oren A, Ventosa A. Halophiles 2010: Life in Saline Environments. Appl. Environ. Microbiol. November 2010, vol. 76. no. 21. 6971-6981.
7. Oren A., and Gurevich P. 1995 Dynamics of a bloom of halophilic archaea in the Dead Sea, Hydrobiologia, 315: 149-158.
8. Post F.J. 1981 Microbiology of the Great Solt Lake north arm. Hydrobiologia, 81:59-69
9. Белкина Н. Ф. Роль донных отложений в процессах трансформации органического вещества и биогенных элементов в озерных экосистемах. *Труды Карельского научного центра РАН*, № 4. 2011. С. 35–41.
10. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю.П.Зайцева, Б.Г.Александрова, Г.Г. Миничевой. К.: Наук. думка. 2006. 701 с.
11. Добрынин Э.Г. Микробиологические процессы круговорота органического вещества в гипергалинных водоемах/автореферат дисс. к.б.н. по ВАК 03.00.07. Борок. 1984. 24 с.
12. Буторин А.Н. Активность микрофлоры на границе воды и донных отложений// Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. Л.: Наука, 1984. С. 248-253.
13. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеоздат. 1989. 528 с.
14. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. *Микробиология*. 1932. Т.1, № 2. С.131-146.
15. Медінець В.І., Ковальова Н.В., Дерезюк Н.В., Снігір'єв С.М., Черкез Є.А., Медінець С.В., Газетов Є.І. Біологічні наслідки поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2 (27). С. 35-51.
16. Ковалева Н.В. Бактериопланктон воды Куяльницького лиману в 2013-2015 гг. / Н.В. Ковалева, В.И. Мединец . *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжліманя: сучасний стан, перспективи розвитку»*; ОДЕКУ; УКРМЕПА – Одеса: ТЕС, 2015. С. 65-68.
17. Заика В. Е. О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Черного моря/Морской экологический журнал, №1, Т. II, 2003. С. 5-11.
18. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін., К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
19. Дерезюк Н.В. Фітопланктон Куяльницького лиману у 2015-2017 рр. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2 (27). С. 52-61.

### References

1. Romanenko, V.I. (1985). Mikrobiologicheskie protsessy produktsii i destruktсии organicheskogo veschestva vo vnuuyrennih vodoyomah [Microbiological processes of organic matter production and destruction in inner water bodies]. L., Nauka. 294 [in Russian].
2. Romanenko, S.I., Kuznetsov, S.I. (1969). Mikroflora Sivasha nekotorykh solyanykh promyslov Kryma. Fiziologiya vodnykh mikroorganizmov i ih rol v krugovorote organicheskogo veschestva [Microflora of Sivash and some salt-works in the Crimea. Physiology of water microorganisms and their role in the turnover of organic matter]. L., Nauka. 8-13 (In Russian).
3. Oren, A. (2002). Diversity of halophilic microorganisms: environments, phylogeny, physiology, and applications. J. Ind Microbiol Biotechnol. Jan; 28(1): 56-63
4. Rubenchik, L.I. (1948). Mikroorganizmy i mikrobialnye protsessy v solyanyh vodoyomah Ukrainy [Microorganisms and microbial processes in saline water-bodies of Ukraine]. K., Publisher of AS of UkrSSR. 118 (In Russian).
5. Isachenko, B.L. (1951). Mikrobiologicheskie issledovaniya nad Gryazevymi ozerami [Microbiological studies over the Mud Lakes]. Selected works, V.2., M-L., Publisher of AS of USSR. 26-142 (In Russian).
6. Ma1, Y, Galinski, E. A, Grant, W. D, Oren, A, Ventosa, A. Halophiles 2010: Life in Saline Environments. Appl. Environ. Microbiol. November 2010, vol. 76. no. 21. 6971-6981.



7. Oren, A., and Gurevich, P. (1995) Dynamics of a bloom of halophilic archaea in the Dead Sea, *Hydrobiologia*, 315: 149-158.
8. Post, F.J. (1981). Microbiology of the Great Salt Lake north arm. *Hydrobiologia*, 81:59-69
9. Belkina, N.F. (2011). Rol donnyh otlozheniy v protsessah transformatsyi organicheskogo veschestva i biogennyh elementov v ozernyh ekosistemah [Role of bottom sediments in the processes of organic matter and nutrients transformation in lake ecosystems]. Proceedings of Karelian research centre of RAS, No.4. 35-41 (In Russian).
10. Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G.G. (2006). Severo-zapadnaya chast Chernogo moray: biologiya i ekologiya [North-western Black Sea: biology and ecology]. K., Nauk. Dumka. 701 ( In Russian).
11. Dobrynin, A.N. (1984). Mikrobiologicheskie protsessy krugovorota organicheskogo veschestva v gipergalinnnyh vodoemah [Microbiological processes of organic matter turnover in hypersaline water-bodies]. Author's abstract of Ph.D theses on VAK 03.00.07. Borok. 24 (In Russian).
12. Buturin, A.N. (1984). Aktivnost mikroflory na granits vody i donnyh otlozhenij [Activeness of microflora in the boundary between water and bottom sediment]. Interaction between water and sediment in lakes and reservoirs. L., Nauka. 248-253 (In Russian).
13. Izrael, Yu.A., Tsyban, A.V. (1989). Antropogennaya ekologiya okeana [Anthropogenic ecology of the ocean]. L., Gidrometeoizdat. 528 (In Russian).
14. Razumov, A.S. (1932). Pryamoy metod ucheta bakterij v vode. Sravnenie ego s metodom Koha [Direct method of bacteria counts in water. Comparison with Koch method]. *Microbiology*, V.1. No. 2. 131-146 (In Russian).
15. Medinets, V.I., Kovalova, N.V., Derezyuk, N.V., Snigirov, S.M., Medinets, S.V., Gazyetov, Ye.I. (2017). Biologichni naslidky popovnennya Kuyalnytskogo lymanu morskoyu vodoyu z Odeskoyi zatoky [Biological consequences of the Kuyalnyk Estuary refilling with marine water from Odessa Bay]. *Man and environment. Issues of neoecology*. 1-2(27). 35-51 [in Ukrainian].
16. Kovalova, N.V., Medinets, V.I. (2015). Bakterioplankton vody Kuyalnitskogo limana v 2013-2015 [Bacterioplankton of water of the Kuyalnyk Estuary in 2013-2015] Materials of all-Ukrainian scientific and practical conference "Natural and Resource Potential of Kuyalnyk and Khadzhibey Estuaries and the territory between them: current situation and future development". ODEKU; UKRMEPA. Odessa. 65-68 [in Russian].
17. Zaika, V.E. (2003). O troficheskom statuse pelagicheskikh ekosistem v raznyh regionah Chernogo morya [On trophic status of pelagic ecosystems in different Black Sea areas]. *Marine Ecological Journal*, No. 1, V.II. 5-11 (In Russian).
18. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. (1998). Metodyka ekologichniyi otsinky yakosti poverhnevnyh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of surface waters environmental quality assessment in respective categories]. K., SYMVOL-T. 28 (In Ukrainian).
19. Derezyuk, N.V.(2017). Fitoplankton Kuyalnitskogo lymanu u 2015-2017 [Phytoplankton of the Kuyalnyk Estuary in 2015-2017]. *Man and environment. Issues of neoecology*. 1-2(27). 52-61 [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 13.09.2017