

УДК 556.551:581.526.325(551.468.4)

**О. Ю. Гончаров**, мол. наук. співроб., **Ю. Ю. Юрченко**, канд. біол. наук, мол. наук. співроб.

Одеський філіал Інституту біології південних морів НАН України,  
вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011, Україна

## ДИНАМІКА БІОГІДРОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КУЯЛЬНИЦЬКОМУ ЛИМАНІ В 2001—2002 РОКАХ

Розглянуто сучасний стан Куяльницького лиману Одеської області за гідрохімічними даними і рівнем первинної продукції. Описано кисневий режим і фактори, що його формують. Досліджується вплив біологічних процесів на формування гідрохімічних умов. З'ясовано сезонні зміни досліджуваних параметрів.

**Ключові слова:** Куяльницький лиман, гідрохімічні умови, первинна продукція.

Куяльницький лиман північно-західної частини Чорного моря є надсолоним водоймищем з унікальним гідробіологічним режимом. З ХІХ століття лиман використовується в бальнеологічних цілях. Великий інтерес представляє популяція рачка *Artemia salina* L., що широко використовується в усьому світі в аквакультурі. За промислового використання *A. salina* необхідно враховувати фактори, що зумовлюють існування і відтворення популяції. Однак дотепер у науковій літературі практично відсутні дані про первинну продуктивність Куяльницького лиману та його гідрохімічний режим, який впливає на рівень первинної продукції. Важливим також є те, що гідрохімічний режим і мікрородості впливають на якість лікувальних грязей, що має велике значення з точки зору практичного використання лиману.

Саме тому метою досліджень було вивчення гідрохімічних умов і первинної продукції лиману протягом року.

### Матеріали і методи дослідження

Дослідження провадили з листопада 2001 р. по жовтень 2002 р. на різних ділянках (станціях) Куяльницького лиману. На кожній станції визначали температуру, солоність, рН води, вміст у ній розчиненого кисню, перманганатну окиснюваність, усі форми фосфору й азоту. Проби води фільтрували через мембранні фільтри з діаметром пор 0,45 мкм. Визначення гідрохімічних показників здійснювали за стандартними методиками [1, 2, 3]. Фосфати визначали з аскорбіновою кислотою, азот амонійний — фенолят-гіпохлоритним методом, нітри — реактивом Гріса, нітрати — методом відновлення в редукторі з обмідненим кадмієм. Для визначення органічних форм азоту і фосфору проби спалювали в автоклаві з персульфатом калію. Концентра-

цію кисню визначали методом Вінклера. Враховуючи властивості куяльницької води (підвищена щільність, велика кількість органічних речовин), довелося трохи модифікувати метод Вінклера, додаючи п'ятикратні кількості реактивів.

Первинну продукцію фітопланктону визначали *in situ* методом темних і світлих склянок у кисневій модифікації [4]. Експозиція тривала 24 години. Усі визначення первинної продукції виконували в двох повторностях.

Оскільки таблиці розчинності кисню в морській воді [5] розраховані для солоності, яка не перевищує 40 ‰, неможливо визначити ступінь насичення киснем води за солоності, яка спостерігається в Куяльницькому лимані. З метою з'ясування вмісту кисню щодо концентрацій, які насичують, нами були проведені лабораторні експерименти по насиченню Куяльницької води при різних солоності і температурі.

### Результати дослідження та їх аналіз

Домінуючим фактором, що формує розвиток гідробіологічних процесів Куяльницького лиману, є солоність. Її значення на протязі 2001—2002 рр. коливалось від 154,6 до 266,4 ‰. В квітні 2002 р. було зафіксовано мінімальне значення солоності в пониззях лиману. Пониззя лиману є найпріснішою ділянкою цієї водойми. Протягом періоду з листопада по травень включно середня солоність води в межах лиману коливалася в діапазоні 156,8—189,1 ‰. Протягом аномально жаркого літа 2002 р. спостерігалось помітне засолення води лиману. Так, до початку серпня солоність складала 227,1 ‰, а у вересні — 265,0 ‰. У жовтні солоність варіювала в межах 255,8—266,4 ‰. Таким чином, протягом року солоність змінилася більш ніж на 100 ‰ (рис. 1). Як бачимо, поряд з багаторічними коливаннями солоності [6, 7], відзначені також її різкі зміни протягом року.

Особливістю кисневих умов Куяльницького лиману є відносно низький вміст кисню через його низьку розчинність у надсолоній воді. Крім того, високі літні температури, що виникають з причини мілководості лиману (середня глибина — 1 м), сприяють ще більшому зниженню концентрації кисню. Так, на початку серпня 2002 р. при температурі 31,4 °С і солоності 227,1 ‰ кількість кисню складала у середньому 2,31 мг·л<sup>-1</sup>, що становило 84,7 % насичення. В інший час року середній вміст кисню у воді варіював від 3,23 мг·л<sup>-1</sup> до 4,46 мг·л<sup>-1</sup> при середньорічній величині — 4,1 мг·л<sup>-1</sup>. Донні відкладення поглинають кисень, що при мілководості лиману приводить до хронічного недонасичення води киснем. Виключення становить лютий, коли спостерігалось перенасичення води киснем внаслідок інтенсивних процесів первинної продукції. Концентрація кисню в цей період складала 6,98 мг·л<sup>-1</sup> (140,9 % насичення). У цей же час було зафіксоване найвище за весь рік значення валової первинної продукції фітопланктону — 2,68 мг О<sub>2</sub>·л<sup>-1</sup>·доба<sup>-1</sup> (1,0 мг С·л<sup>-1</sup>·доба<sup>-1</sup>), що є досить значною величиною, особливо для цієї пори року.

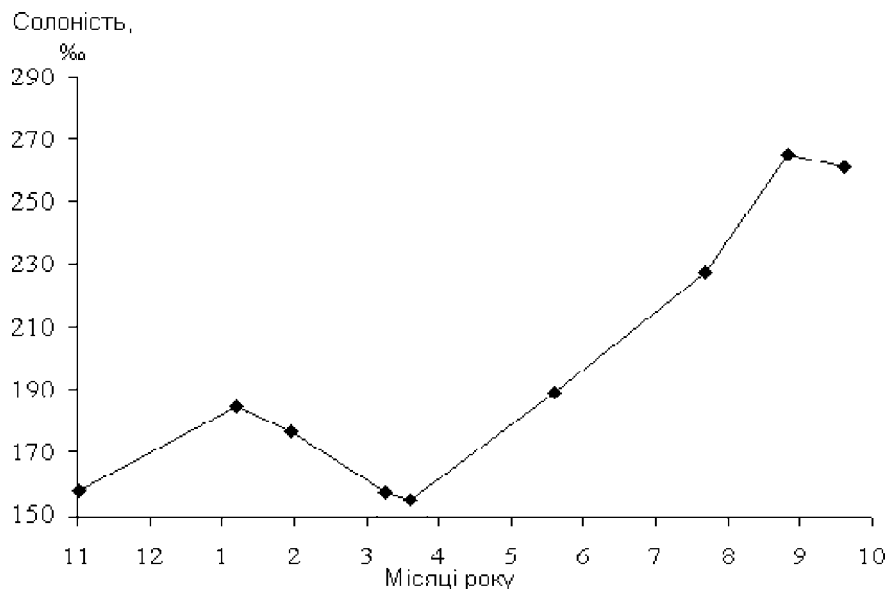


Рис. 1. Річна динаміка солоності води в Куяльницькому лимані в сезони 2001—2002 р. (11—12 — місяці 2001 р.; 1—10 — місяці 2002 р.)

Азот у воді Куяльницького лиману представлений переважно в органічній формі (табл. 1). Серед мінеральних азотвміщуючих сполук переважає амонійний азот. В період масового розвитку *A. salina*, біомаса якої досягала  $3,55 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$  [8], спостерігалися максимальні кількості амонійного азоту. В першу чергу це є наслідком екскреторної діяльності артемії. Подібні явища спостерігали в інших водоймах з масовим розвитком зоопланктону [9, 10]. Амонійний азот є найліпшим у мінеральному харчуванні водоростей, тому його підвищена кількість у воді в передвегетаційний період є передумовою інтенсивних продукційних процесів за інших сприятливих умов. Це і спостерігалось в лютому, коли температура води досягла  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Згодом до кінця весни концентрація азоту в амонійній формі знизилась майже в 10 разів і складала  $0,031 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ . У цей час величина валової первинної продукції досягла мінімального значення за весь період досліджень —  $0,25 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$  ( $0,10 \text{ мг } \text{C} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$ ). Кількість амонійного азоту залишалася на рівні  $0,014\text{—}0,031 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$  до жовтня включно. Цікаво, що у цей час не спостерігалось масового розвитку артемії. Це підтверджує висновок про ведучу роль життєдіяльності *Artemia salina* в утворенні підвищених концентрацій амонійного азоту в Куяльницькому лимані.

Вміст валових фосфору й азоту був найбільш високим у січні. Це пояснюється тим, що протягом грудня—січня практично весь азот і фосфор, акумульовані у масі гідробіонтів, внаслідок деструкції надходили у воду. В цілому по лиману середні значення цих показників в зимовий період складали для фосфору валового —  $0,26 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ , а для азоту

валового — 13,17 мг·л<sup>-1</sup>. Дані величини можуть бути використані для розрахунку загального запасу біогенних речовин, потенційно здатних включатися в оборот за вегетаційного періоду. Приймавши об'єм води лиману за 100 млн м<sup>3</sup> [7], одержимо загальний запас фосфору у воді Куяльницького лиману близько 25 т (по фосфату), а азоту — 1300 т (по нітрату). Ці розрахунки не враховують обмін біогенними речовинами між водою і донними відкладеннями. Такий обмін відбувається в результаті поховання біогенів з “дощем трупів” та іншими завислими речовинами і виходу біогенних речовин з мулу у воду за відновних умов і вітрового перемішування. Значну роль у збагаченні води депонованими біогенами грає бальнеологічна розробка донних відкладень медичними установами з метою грязелікування і стихійна рекреація населення. Так, у прибережній смузі в літній період поблизу санаторію “Куяльник” концентрації азоту і фосфору в 5—6 разів перевищують фонові. Середнє співвідношення атомарних кількостей фосфору й азоту у воді Куяльницького лиману складає 1 : 85, що значно перевищує відоме співвідношення Редфілда [11] 1 : 16. Однак не можна робити висновок про лімітування первинної продукції фосфором. Скоріше слід думати про надлишок цих біогенних речовин і особливо азоту.

Таблиця 1

**Межі коливань і середні значення вмісту біогенних елементів (мг·л<sup>-1</sup>) і органічної речовини (мг О·л<sup>-1</sup>) у воді Куяльницького лиману в 2001–2002 рр.**

Інгредієнт	Діапазон змін	Середнє
PO <sub>4</sub>	0,012-0,370	0,094
Porг.	0,003-0,230	0,054
NH <sub>4</sub>	0,007-0,535	0,148
NO <sub>2</sub>	0,002-0,011	0,007
NO <sub>3</sub>	0,01-0,15	0,054
Nорг.	2,1-17,0	6,90
SiO <sub>3</sub>	0,24-2,01	1,35
ПО	18,20-36,40	24,4

Примітка: орг. – органічні сполуки елемента; ПО – перманганатна окиснюваність

Характерною рисою гідрохімічного режиму є дуже високий вміст легкоокиснювальної органічної речовини у воді протягом цілого року (табл. 1). У порівнянні з періодом тридцятирічної давнини [12] кількість органічної речовини зросла в 4—6 разів.

У сезонній динаміці первинної продукції фітопланктону відзначено два піки — ранневесняний і літній. В інші періоди продукція була невисока (рис. 2).

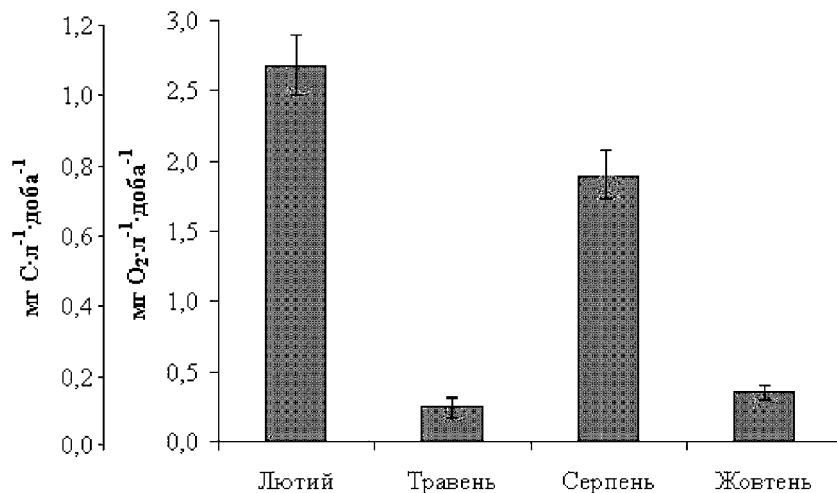


Рис. 2. Величини первинної продукції фітопланктону в різні сезони 2002 року

В цілому, стан Куяльницького лиману вивчено недостатньо. Це вимагає додаткових комплексних досліджень. В майбутньому особливу увагу слід надавати балансу потоків речовин і продукційно-деструкційних процесів. Потребує окремого з'ясування взаємодія між водою та донними відкладеннями в цих процесах.

## Висновки

Куяльницький лиман зазнає значних коливань факторів середовища. Це суттєво впливає на його гідробіологічний і гідрохімічний режими. Важливими факторам формування гідрохімічного режиму водойми є внутрішньорічні зміни первинної продукції і сукцесії в розвитку *Artemia salina*. Екосистема лиману Куяльник у надлишку забезпечена біогенними елементами, які зумовлюють високий рівень первинної продукції. Однак процеси утворення і споживання органічної речовини не збалансовані, що веде до її поступового накопичення у воді цієї водойми.

## Література

1. Методы гидрохимических исследований океана. — М.: Наука, 1978. — 261 с.
2. Руководство по химическому анализу морских вод. — СПб.: Гидрометиздат, 1993. — 218 с.
3. Шишкина Л. А. Гидрохимия. — Л.: Гидрометиздат, 1974. — 287 с.
4. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоёмов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. — 407 с.
5. Таблицы растворимости кислорода в морской воде. — Л.: Гидрометиздат, 1976. — 166 с.
6. Старушенко Л. И., Бушув С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. — Одесса: Астропринт, 2001. — С. 100—104.
7. Yurchenko Yu. Yu., Goncharov A. Yu., Khutornoy S. A., Zotov A. B., Drimanova I. A., Nastenka E. V., and Ribalko A. A. The biological characteristic of small salty lakes of the Odessa region //

- Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Salt Lakes. — Zhemchuzhny, Republic of Khakasia, Russia, 2002. — P. 126.
8. *Goncharov A. Yu., Yurchenko Yu. Yu.* Production and hydrochemical characteristics of salt lakes of Odessa region. // Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Salt Lakes. — Zhemchuzhny, Republic of Khakasia, Russia, 2002. — P. 27.
  9. *Гончаров А. Ю., Юрченко Ю. Ю., Зотов А. Б.* Первичная продукция фитопланктона и гидрохимические условия водоёмов Палиёвского залива Хаджибейского лимана // Экологічні проблеми Чорного моря: Матеріали IV міжнар. симпозіуму. — Одеса: ОЦНТЕІ, 2002. — С. 64—68.
  10. *Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения.* — Л.: Наука, 1988. — 304 с.
  11. *Redfield A. C.* On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton // James Johnstone Memorial Volume. Liverpool, 1934. — P. 177—192.
  12. *Розенгурт М. Ш.* Органическое вещество в воде лиманов и лагун северо-западного Причерноморья // Динамика вод и гидрохимия Черного моря. — К.: Наук. думка, 1967. — С. 167—176.

**А. Ю. Гончаров, Ю. Ю. Юрченко**

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины,  
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011, Украина

**ДИНАМИКА БИОГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА В 2001—2002 ГОДАХ**

**Резюме**

Рассмотрено современное состояние Куяльницкого лимана Одесской области по гидрохимическим данным и уровню первичной продукции. Описан кислородный режим и факторы, его формирующие. Изучено влияние биологических процессов на формирование гидрохимических условий. Прослежены внутригодовые изменения исследуемых параметров.

**Ключевые слова:** Куяльницкий лиман, гидрохимические условия, первичная продукция.

**A. Yu. Goncharov, Yu. Yu Yurchenko**

Odessa Branch, Institute of Biology of Southern Seas, NAS of Ukraine,  
Pushkinskaya St., 37, Odessa, 65011, Ukraine

**DYNAMICS OF BIOHYDROCHEMICAL PROCESSES OF  
KUYALNITSKY ESTUARY IN 2001—2002**

**Summary**

The current condition of Kuyalnitsky estuary of the Odessa area on the hydrochemical data and the level of primary production was considered. The oxygen regime and factors forming it were described. The influence of biological processes on formation of hydrochemical conditions has been investigated. The annual change of researched parameters has been described.

**Key words:** Kuyalnitsky estuary, hydrochemical conditions, primary production.