

9. **Straus W.** Colometric microdetermination of cytochrome c oxidase / W. Straus // J. Biol. Chem. – 1954. – Vol. 207, № 2. – P. 733.
10. **Wang D.** Toxicity and accumulation of selenite in four microalgae/ D. Wang, Zh. Cheng, L. Shaojing [et al.] / Chinese J. Oceanology and Limnology. – 2003. – Vol. 21, № 3. – P. 280–285.

*О.В. Василенко, О.И. Боднар, Г.Б. Винярская*

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка, Украина

### **ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И АЗОТНОГО ОБМЕНА У CHLORELLA VULGARIS BEIJ. ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ И ИОНОВ МЕТАЛЛОВ**

Исследовали активность сукцинатдегидрогеназы, цитохромоксидазы и глутаматдегидрогеназы у *Chlorella vulgaris* Beij. при действии селенита натрия в расчете на  $Se^{4+}$  – 10 мг/дм<sup>3</sup> и совместного действия селенита с металлами –  $Zn^{2+}$  – 5 мг/дм<sup>3</sup>,  $Mn^{2+}$  – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>,  $Cu^{2+}$  – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>,  $Fe^{3+}$  – 0,008 мг/дм<sup>3</sup>,  $Co^{2+}$  – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, на 7-е сутки экспозиции. Установлено, что при действии селенита активность ферментов энергетического обмена увеличилась, а активность ГДГ уменьшилась. При совместном действии селенита с ионами металлов отметили угнетение активности СДГ и ЦО и активацию ГДГ. Полученные результаты свидетельствуют о адаптационных перестройках азотного обмена и увеличении роли аминокислот в энергетическом обеспечении клеток *Ch. vulgaris* при совместном действии селенита и ионов металлов.

*Ключевые слова:* селенит натрия, ионы металлов, *Ch. vulgaris*, сукцинатдегидрогеназа, цитохромоксидаза, глутаматдегидрогеназа

*O.V. Vasylenko, O.I. Bodnar, G.B. Viniarska*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

### **THE COMBINED EFFECT OF $Se^{4+}$ WITH AND OF METAL IONS ON ENERGY AND NITROGEN METABOLISM CHLORELLA VULGARIS BEIJ.**

The activity of succinate dehydrogenase (SDH), cytochrom oxidase (CO) and glutamate dehydrogenase (GDH) in *Chlorella vulgaris* Beij. cell at the 7 days influence of sodium selenite 10 mg  $Se^{4+}$ /dm<sup>3</sup> and combined effect  $Se^{4+}$  with metal salts in concentrations:  $Zn^{2+}$  – 5 mg/dm<sup>3</sup>,  $Mn^{2+}$  – 0,25 mg/dm<sup>3</sup>,  $Cu^{2+}$  – 0,002 mg/dm<sup>3</sup>,  $Fe^{3+}$  – 0,008 mg/dm<sup>3</sup>,  $Co^{2+}$  – 0,05 mg/dm<sup>3</sup> was investigated. The effect of  $Se^{4+}$  leads to the activation of enzymes of energy metabolism, and inhibition the activities of GDH. Inhibition of the activity of SDH and CO and activation of GDH under the combined effect of  $Se^{4+}$  with metals was observed. The obtained results indicate adaptive adjustment of nitrogen metabolism and increase the role of amino acids in the energy supply of cells *Ch. vulgaris* under the combined effect of sodium selenite with metals ions.

*Keywords:* sodium selenite, metals ions, *Ch. vulgaris*, succinate dehydrogenase, cytochrom oxidase, glutamate dehydrogenase

УДК 574.4 (477.74) (26.05)

**А.К. ВИНОГРАДОВ, И.А. СИНЕГУБ**

Институт морской биологии НАН Украины  
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011, Украина

## **ВАЖНЕЙШИЕ АБИОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИОТОПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АКВАТОРИЙ МОРСКИХ ПОРТОВ**

Черноморские порты Украины – Одесский, Ильичевский, Южный – размещены в северо-западной части Черного моря в районе г. Одессы на участке берега протяженностью около

50 км. Акваторией Одесского морского порта (МП) являются юго-западная и западная части Одесского залива, Ильичевского – Сухой лиман, Южного – Григорьевский лиман. При строительстве МП Сухой и Григорьевский лиманы превращены в глубоководные морские заливы, а акватория Одесского МП искусственно ограждена. Рассматриваются общие особенности биотопической структуры МП.

*Ключевые слова:* морские порты, экосистемы, абиотические особенности, биотопическая структура

В Одесском регионе северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) расположены три главных морских порта (МП) Украины: Одесский, Ильичевский и Южный. Площадь их акваторий – 3,3 км<sup>2</sup>, 5,7 км<sup>2</sup> и 5,8 км<sup>2</sup> соответственно. Путем дноуглубления глубины в них доведены до 13–21 м. Одесский МП расположен в юго-западной и западной частях Одесского залива и защищен со стороны моря искусственными гидротехническими сооружениями (ГТС) с несколькими проходами между ними. Акваторией Ильичевского является Сухой лиман, а МП Южный – Григорьевский лиман. С морем МП соединены глубоководными подходными каналами (ПК). Экосистемы акваторий МП состоят из компонентов природного и антропогенного происхождения. Главными из них являются огражденные, углубленные в 4–5 раз акватории, разного рода стационарные ГТС и ПК, играющие важную роль в функционировании МП как транспортных систем. Внешние рейды не являются компонентами экосистем акваторий МП. Акватории МП следует рассматривать как целостные специфические водные экосистемы. Каждый из МП имеет индивидуальные особенности, но в то же время их экосистемы объединяет и много общих черт, т.к. они имеют одинаковое предназначение и создаются на основании одних и тех же принципов. В МП экосистемы акваторий функционируют в условиях резко пониженной гидродинамики, наличия больших площадей искусственных твердых субстратов (Одесский МП – около 200 тыс. м<sup>2</sup>, Ильичевский и Южный – около 90 тыс. м<sup>2</sup> каждый). Причалы, молы и волноломы в МП выполняют функции искусственных рифов [1, 2].

В прибрежных морских экосистемах при строительстве МП нарушаются естественные морские ландшафты и создаются как положительные (проходящие от дна до поверхности воды) формы ландшафта, так и отрицательные (выемки в дне), углубленные на 10 м и более по сравнению с соседними участками. Новые формы рельефа изменяют режим течений, скорости и направления вдольбереговых потоков наносов не только на акваториях самих МП, но и на прилегающих участках берега. Строительство набережных и причалов ведет к выпрямлению и упрощению береговой линии. Дноуглублением в МП уничтожается многообразие донных ландшафтов в большом интервале глубин и заменяется однообразием преимущественно илистых грунтов.

В МП наблюдаются изменения условий существования, как отдельных видов гидробионтов, так и целых сообществ. Происходят перестройки в экологических связях и структуре всей биоты. Ослабление волнового воздействия и всех движений воды, увеличение глубин, способствуют формированию устойчивого пикноклина и ухудшению связей между надпикноклинным и подпикноклинным слоями, большие площади твердых вертикальных поверхностей вызывают снижение мозаичности в элементах экосистем МП. Все это определяет пригодность и привлекательность огражденных акваторий МП для организмов одних жизненных форм и ухудшение условий обитания для других [1, 2].

Наличие устойчивого пикноклина, огражденность и поступление в больших количествах как автохтонного, так и аллохтонного органического вещества (ОВ) ведут к прогрессирующему эвтрофированию акваторий МП и накоплению на дне мертвого ОВ. Для акваторий МП становится обычным наличие не только в илистых грунтах, но и в придонном слое воды сероводорода и ряда других, токсичных для оксифильных гидробионтов продуктов разложения ОВ в анаэробных условиях [1, 2, 4].

Из-за преобладания в Одесском регионе СЗЧМ двух основных водных масс – морской, более соленой и более тяжелой, и лиманской или осолоненной пресной, в акваториях МП

обычно устанавливается двухслойная, разделенная пикноклином, структура. Надпикноклинный слой (обычно 3–5 м) образует более теплая, менее соленая, содержащая до 8–10 мг·дм<sup>-1</sup> кислорода вода, а подпикноклинный – более холодная и тяжелая, содержащая 1–5 мг·дм<sup>-1</sup> кислорода, вода. В условиях ослабленной гидродинамики и слабого перемешивания в акваториях МП надпикноклинный и подпикноклинный слои могут функционировать как достаточно автономные экосистемы [1, 2].

Обычные скорости течений во всей СЗЧМ – 15–20 см·с<sup>-1</sup>, с глубиной они заметно падают. На акваториях МП обычные скорости 1–2 см·с<sup>-1</sup>, как правило, они не превышают 5 см·с<sup>-1</sup> и редко превосходят 10 см·с<sup>-1</sup>.

Важнейшие общие биотические особенности экосистем акваторий МП определяются: 1 – ослабленной гидродинамикой; 2 – полным, или на большей части берега, уничтожением прибрежных естественных мелководий с их биоценозами; 3 – заменой отмелого берега приглубым (10–21 м) и устойчивой стратификацией водных масс; 4 – наличием больших площадей искусственного твердого субстрата; 5 – повышенной продукцией ОВ и поступлением аллохтонного ОВ; 6 – накоплением растворенного и взвешенного ОВ в пелагиали, в зоне пикноклина и на дне; 7 – возникновением временных или постоянных зон придонной гипоксии и аноксии; 8 – ослаблением механизмов выведения излишков ОВ и биогенных веществ за пределы экосистем; 9 – накоплением вещества и энергии в форме мертвого ОВ [1, 2].

Строительство постоянных ПК и дноуглубление в таких «умирающих» водоемах эстуарного типа, какими были Сухой и Григорьевский лиманы до превращения их в акватории МП, стабилизировало в них гидролого-гидрохимический режим, привело к обогащению их биот и общему «омолаживанию» их экосистем.

Биотопическая структура акваторий МП во многом идентична таковой примыкающих участков моря, но в то же время имеет и свои особенности. В них имеются контурные биотопы: 1 – нейсталь (раздел вода – атмосфера); 2 – перифиталь (раздел вода – твердые субстраты различного происхождения); 3 – бенталь (раздел вода – донные отложения). Отдельно выделяются внутренние биотопы пелагиали, т.е. водной толщи [3]. Для пелагиали характерны разделы, проходящие по изопикническим поверхностям в толще воды и на поверхности взвешенных частиц различного происхождения. Причем суммарная площадь таких поверхностей на 2–3 порядка превосходит площадь контурных разделов.

Важнейшую роль в формировании биотопической структуры в водных экосистемах имеют движения воды, освещенность, содержание кислорода, температура и др. Ветровое перемешивание, распространяясь на определенную глубину и создавая на своей нижней границе большой вертикальный градиент плотности (пикноклин), тем самым ограничивает свое дальнейшее распространение в глубину. В зоне пикноклина в МП наблюдается резкий скачок содержания кислорода, и формируются внутренние волны, осуществляющие горизонтальный перенос.

Нейсталь в МП представлена гипонейсталью, распространяющейся от пленки поверхностного натяжения на глубину до 25–30 см. Движения воды в этом слое происходят благодаря ветру, поверхностной термической конвекции и циркуляции Ленгмюра. Последняя распространяется вплоть до пикноклина. В подпикноклинном слое функционируют компенсационные течения. Непосредственно в придонном слое формируется, благодаря глубинному теплу Земли, придонная термическая конвекция, охватывающая слой до 25–30 см от дна.

Биотопы толщи воды (гипонейсталь, эпипелагиаль, метапелагиаль, батипелагиаль, аноксиаль) на своей периферии взаимодействуют с примыкающими контурными биотопами бентали и перифитали, подвергаясь воздействию одних и тех же движений воды, в результате чего происходит обмен их свойствами и формируется присубстратные слои воды (прибрежных мелководий, придонный, пристеночный), имеющие некоторые показатели, существенно отличающиеся от таковых в основной примыкающей водной массе.

В составе бентали в МП выделяются биотопы: 1 – псевдолиторали; 2 – верхней сублиторали; 3 – эпибентали; 4 – метабентали; 5 – батибентали; 6 – аноксибентали. Биотопы перифитали в МП представлены: 1 – приповерхностной перифиталью; 2 – эпиперифиталью; 3 – метаперифиталью; 4 – батиперифиталью; 5 – аноксиперифиталью (рисунок). В контурных биотопах бентали и перифитали акваторий МП прослеживается преимущественно поясное и мозаичное распределение гидробионтов, а в толще воды – по формирующимся там горизонтам или слоям с одинаковыми гидрологическими и гидрохимическими характеристиками. Наибольшие «сгущения» жизни в МП связаны с псевдолиторалью и верхней сублиторалью, приповерхностной перифиталью и эпиперифиталью, гипонейсталью и верхней эпипелагиалью.

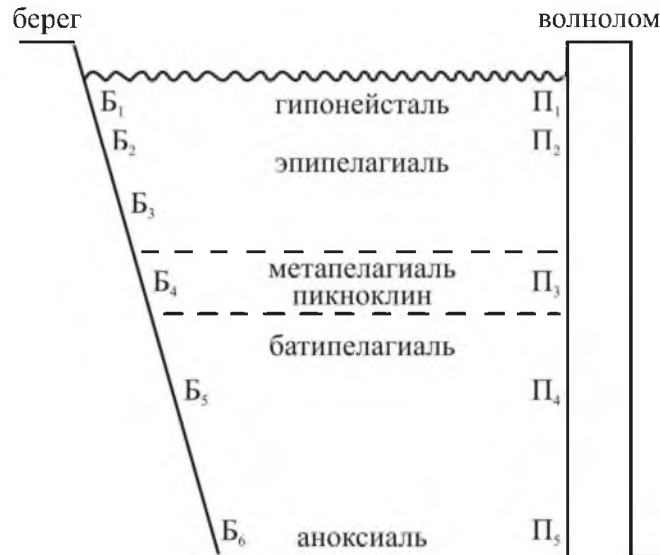


Рис. Общая схема биотопов акватории морского порта

Биотопы бентали: Б<sub>1</sub> – псевдолитораль, Б<sub>2</sub> – верхняя сублитораль, Б<sub>3</sub> – сублитораль (эпибенталь), Б<sub>4</sub> – метабенталь, Б<sub>5</sub> – батибенталь, Б<sub>6</sub> – аноксибенталь. Биотопы перифитали: П<sub>1</sub> – приповерхностная перифиталь, П<sub>2</sub> – эпиперифиталь, П<sub>3</sub> – метаперифиталь, П<sub>4</sub> – батиперифиталь, П<sub>5</sub> – аноксиперифиталь

#### Выводы

Экосистема акватории каждого МП складывается из подсистем пелагиали, перифитали и бентали. В биотопах, расположенных в зоне пикноклина и ниже (метапелагиаль – метабенталь – метаперифиталь, батипелагиаль – батибенталь – батиперифиталь, аноксиль – аноксибенталь – аноксиперифиталь), идет постоянная борьба между поступающим сверху кислородом и распространяющимся из верхнего слоя донных осадков сероводородом. Эти процессы определяют состав населяющих их экологических группировок гидробионтов.

1. *Виноградов А. К.* Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна (Введение в экологию морских портов) / А. К. Виноградов, Ю. И. Богатова, И. А. Синегуб. – Одесса: Астропринт, 2012. – 528 с.
2. *Виноградов А. К.* Экология морских портов (Черноморско-Азовский бассейн) / А. К. Виноградов, Ю. И. Богатова, И. А. Синегуб. – Одесса: Астропринт, 2014. – 568 с.
3. *Протасов А. А.* Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии / А. А. Протасов. – К.: Академперіодика, 2011. – 704 с.
4. *Селифонова Ж. П.* Экосистемы акваторий черноморских портов Новороссийска и Туапсе / Ж. П. Селифонова. – С-Пб.: Наука, 2012. – 227 с.

*О.К. Виноградов, І.О. Синьогуб*

Інститут морської біології НАН України, Одеса

### **НАЙВАЖЛИВІШІ АБІОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА БІОТОПІЧНА СТРУКТУРА АКВАТОРІЙ МОРСЬКИХ ПОРТІВ**

Чорноморські порти України – Одеський, Іллічівський, Південний – розташовані в північно-західній частині Чорного моря в районі м. Одеса на ділянці берега протяжністю біля 50 км. Акваторією Одеського морського порту (МП) є південно-західна і західна частини Одеської затоки, акваторією Іллічівського МП – Сухий лиман, Південного – Григор'євський лиман. При будівництві МП Сухий та Григор'євський лимани перетворені у глибоководні морські затоки. Акваторія Одеського МП штучно огорожена. Розглядаються загальні особливості біотопічної структури МП.

*Ключові слова: морські порти, екосистеми, абіотичні особливості, біотопічна структура*

*A.K. Vinogradov, I.A. Synyogub*

Institute of Marine of Biology of NAS of Ukraine, Odesa

### **MAIN ABIOTIC PECULIARITIES AND BIOTOPIC STRUCTURE OF AQUATORIES OF MARINE PORTS**

The Ukrainian ports of Odesa, Ilyichevsk and Yuzhny are located in the north-western part of the Black Sea, in the Odesa region, along a coastal zone extending for about 50 km. The aquatory of Odesa marine port (MP) is formed by the south-western and western part of Odesa Gulf, while the aquatories of Ilyichevsk and Yuzhny MPs by Sukhoy and Grigorievsky limans respectively. During MP construction, Sukhoy and Grigorievsky limans were transformed into deepwater marine gulfs and the aquatory of Odesa MP was artificially protected. The main peculiarities of the biotopic structure of MPs are discussed.

*Keywords: marine ports, ecosystems, abiotical peculiarities, biotopic structure*

УДК 551.331.1:574.2:591.525(639.3.036.591.133.1)

**О.М. ВОДЯНЦЬКИЙ, О.С. ПОТРОХОВ, О.Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ**

Інститут гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

### **РЕПРОДУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ КРАСНОПІРКИ ЗА ДІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ**

---

Досліджені відносна плодючість та ступінь накопичення запасних речовин у гонадах краснопірки за різних умов їх існування. Показано, що на перших етапах оогенезу після нересту риб найбільший вплив на ці показники має стан кормової бази водойми та її температурний і кисневий режим. Після проходження адаптаційних процесів у риб до перевищення температури води за норму у них спостерігався більший трофічний ріст ооцитів зі значним накопиченням білків, ліпідів та глікогену.

*Ключові слова: краснопірка, температура води, плодючість, вміст білків, ліпідів, глікогену*

Оскільки риби є пойкилотермними тваринами, то температура є ключовим чинником, який впливає на їх життєдіяльність, інтенсивність обміну речовин, нормальний ріст та розвиток, репродуктивні властивості [2]. Відомо, що риби здатні регулювати свою плодючість залежно від зміни умов навколишнього середовища. Більша плодючість виду формується в умовах високої смертності та при наявності якісної кормової бази [3, 6]. Крім того, зміни температури оточуючого середовища чинять істотний вплив на загальну інтенсивність обмінних процесів [7]. Риби достатньо добре пристосовані до сезонних коливань температури, в них виробився сезонний ритм дозрівання статевих клітин та нерест відбувається у відповідь на сезонний ритм