

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ТИЛИГУЛЬСКОГО  
ЛИМАНАЛ.А. Полукарова<sup>1</sup>, В.М. Байрактар<sup>2</sup><sup>1</sup>Одесский национальный медицинский университет<sup>2</sup>Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Проведена оценка экологического состояния прибрежной акватории Тилигульского лимана. Установлен значительный рост красных, зеленых и бурых водорослей, характерных для осеннего периода; наблюдалось большое количество моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков *Artemia salina*. Проведены гидрохимические исследования проб воды, придонного и глубинного грунта. Выявлено положительное состояние экосистемы Тилигульского лимана на момент исследования прибрежной акватории.

*Макрофиты, моллюск, жаброногий рачок, ферменты, макро- и микроэлементы.*

## ВВЕДЕНИЕ

На части побережья Тилигульского лимана расположен винзавод „Коблево”. Со стороны побережья между отрезком участка от села Коблево с южной стороны и далее к центру до села Ленинка, заканчивая участком побережья лимана до села Червоно-Украинка с северной стороны, расположены поля виноградников, принадлежащих винзаводу „Коблево”.

Состояние Тилигульского лимана значительно влияет на разнообразие гидрофлоры и гидрофауны, структурные и функциональные показатели гидроэкосистемы и это неоспоримый факт [1–5].

Представителями водной экосистемы являются не только микро- и макробентос, но и микро- и макрофиты. Водоросли являются наиболее важными представителями биоты и служат индикаторами природных условий в акватории малых рек. Поэтому водорослям уделяется значительное внимание при проведении мониторинговых исследований водных экосистем [5, 9].

В прибрежной акватории лимана на мелководье растут такие виды водорослей, как: *Briopsis plumosa*, *Chondria capillaris*, *Chondria tenuissima*, *Cladophora laetivirens*, *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha compressae*, *Rhizoclonium tortuosum* и другие, которые играют заметную роль в экологическом состоянии Тилигульского лимана. Водоросли являются также важными компонентами биоценозов, нередко доминируя в различных группах, определяя характер растительности. Наряду с зелеными, сине-зелеными, бурыми, красные водоросли являются важным источником органических веществ и пищей для водной биоты [6–8].

Яркими представителями биоты в лимане являются моллюски *Mitilaster lineatus*, которые принимают участие в процессе самоочищения водных акваторий лимана. Скорость роста моллюсков *Mitilaster lineatus* увеличивается или уменьшается в зависимости от концентрации фитопланктона в воде, который зависит от времени года, температурного режима, количества осадков и некоторых других факторов. Моллюски *Mitilaster lineatus* употребляют огромное количество взвешенных в воде органических частиц, среди которых наибольшая часть выпадает на микроводоросли, то есть на фитопланктон [2, 5, 9].

Система биологического мониторинга Тилигульского лимана предусматривает долгосрочные наблюдения по выявлению изменений в прибрежных экосистемах под влиянием антропогенного фактора. При этом первоочередное значение имеют реакции биоты на загрязнение среды обитания.

Наряду с прогнозом состояния нарушенных водных экосистем существует и необходимость их обновления и реконструкции. Это в первую очередь касается бентосных биоценозов, которые оказались наиболее уязвимыми в условиях возрастающих антропогенных нагрузок на прибрежные водные экосистемы.

Уменьшение численности водорослей и деградация биоценозов приводят не только к снижению уровня первичной продуктивности, но и к уменьшению численности популяций беспозвоночных и рыб, которые используют водоросли как убежище и субстрат для кладки икры [12–14].

Целью данного исследования было установление качественных и количественных показателей макробентоса, а также макрофитов для установления экологического состояния водных акваторий, расположенных на прибрежной территории Тилигульского лимана в районе выращивания виноградников винзаводом „Коблево”.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения состояния водной экосистемы нами были проанализированы гидрохимические показатели воды, придонного и глубинного грунта [11, 12, 15]; проведены комплексные исследования водных организмов.

Состояние альгофлоры, макро- и микробиоты исследовали трижды в период с сентября по февраль. Для этого пробы водорослей отбирали по отдельным видам в прибрежных водах Тилигульского лимана и помещали в стерильные стеклянные флаконы. Для идентификации водорослей проводили внешний объективный осмотр и микроскопию нативного материала, отобранного в прибрежной акватории Тилигульского лимана, где расположены поля виноградников принадлежащие винзаводу „Коблево”. Непосредственно перед проведением биохимических исследований отбирали пробы каждого вида водорослей и помещали в стерильную фарфоровую ступку, где растирали пробу водорослей до кашицеобразного однородного гомогената, при этом добавляя 5 мл дистиллированной воды, смешивали тщательно и затем фильтровали, пропуская через стеклянную воронку с беззольным бумажным фильтром получая при этом прозрачный фильтрат для исследования активности таких ферментов как: лактатдегидрогеназа, холинэстераза, аланинаминотрансфераза, аспаратаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, амилаза. Аналогичные биохимические исследования проводились и с гомогенатами тканей моллюсков и жаброногих рачков.

Проведение биохимических исследований некоторых видов водорослей и тканей моллюсков и жаброногих рачков базируется на принципе спектрофотометрического анализа [5]. Все биохимические исследования были проведены с использованием биохимического анализатора Cobas Mira изготовленного компанией Hoffman La Roche Ltd (Швейцария). Определение активности ферментов, концентрации макро- и микроэлементов, а также содержания белков, жиров и углеводов проводились по специфическим наборам реактивов изготовленных компанией (BioSystems Company SA Costa Brava, Испания). Определение концентрации хлоридов и активности фермента холинэстеразы проводили по наборам реактивов компании Pliva Lachema Diagnostika, Brno (Чехия). У водорослей исследовали содержание общего белка, глюкозы, триглицеридов, холестерина, мочевины. Концентрацию микро- и макроэлементов (кальций, фосфор, магний, железо, хлориды). Определяли активность таких ферментов как: лактатдегидрогеназа, аланинаминотрансфераза, аспарат-аминотрансфераза, холинэстераза, фосфатаза щелочная, амилаза. При этом определялась активность фермента, которая способна катализировать трансформацию субстрата в исследуемом образце в течение 1 минуты. Микро- и макроэлементы определяли в гомогенатах полученных проб водорослей. Для каждого исследуемого показателя проводился расчет стандартного отклонения и статистическая значимость различий оценивали по t-критерию Стьюдента ( $P < 0,05$ ).

Анализ проб гомогенатов водорослей и гомогенатов тканей моллюсков и жаброногих рачков артемий, а также гидрохимического состава воды и грунта в прибрежной акватории Тилигульского лимана проводили в трех повторностях для получения достоверных статистически значимых результатов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовали активность ферментов у таких видов водоросли: *Briopsis plumosa*, *Chondria capillaris*, *Cladophora laetivirens*, *Chondria tenuissima*, *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha compressae*, *Rhizoclonium tortuosum*.

Активность фермента лактатдегидрогеназы определяли в фильтрате гомогената разных видов водорослей. Граничная активность фермента у разных видов в значительной степени варьировала от 3,3 до 142,7 мкмоль/(мин  $\times 10^{-2}$  л), наибольшая активность фермента лактатдегидрогеназы установлена у вида водорослей *Briopsis plumosa*, наименьшая активность фермента – у вида *Enteromorpha flexuosa* (табл. 1).

Таблица 1 – Активность ферментов у разных видов водорослей, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана

Вид водорослей	ЛДГ	ХЭ	АЛТ	АСТ	ЩФ	АМЛ
	мкмоль/мин $\times 10^{-2}$ л					
	* КФ-1.1.1.27	КФ-3.1.1.8	КФ-2.6.1.2	КФ-2.6.1.1	КФ-3.1.3.1	КФ-3.2.1.1
<i>Briopsis plumose</i>	142 $\pm$ 5,0	66,4 $\pm$ 0,3	400,0 $\pm$ 1,7	732 $\pm$ 6,4	8,3 $\pm$ 0,2	35,8 $\pm$ 1,6
<i>Chondria capillaries</i>	99,6 $\pm$ 0,4	33,2 $\pm$ 0,1	207 $\pm$ 0,1	152 $\pm$ 8,2	66,4 $\pm$ 0,2	65,4 $\pm$ 1,2
<i>Cladophora</i>	8,3 $\pm$ 0,1	49,8 $\pm$ 0,1	46,4 $\pm$ 0,8	154 $\pm$ 2,7	23,2 $\pm$ 0,2	58,4 $\pm$ 0,3

<i>Laetivirens</i>						
<i>Chondria tenuissima</i>	4,9±0,3	83,0±0,6	166±0,8	164±2,3	24,9±0,7	21,0±0,7
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	3,3±0,2	49,8±0,5	8,3±0,1	11,6±0,2	16,6±0,2	2,8±0,2
<i>Enteromorpha compressae</i>	78,0±2,3	49,8±0,1	119±1,3	227±1,3	16,6±0,2	7,9±0,1
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	29,8±0,2	64,7±0,7	529±1,2	1356±8,9	19,9±0,2	85,6±0,1

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию стьюдента (P<0,05).

\* КФ – номера по классификации международного комитета ферментов.

Для фермента холинэстеразы активность составила от 33,2 до 83,0 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л), наибольшая – у водорослей вида *Chondria tenuissima*, наименьшая – у водорослей вида *Chondria capillaris*.

Максимальная активность фермента аланинамино-трансферазы определялась у водорослей вида *Rhizoclonium tortuosum* – 529,5±1,3 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л), наименьшая активность фермента у водорослей вида *Enteromorpha flexuosa* – 8,3±0,1 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л).

Активность фермента аспартатаминотрансферазы у разных видов водорослей составила от 11,6 до 1356 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л), наибольшая у вида *Rhizoclonium tortuosum*, наименьшая – у вида *Enteromorpha flexuosa*.

Граничная активность фермента щелочная фосфатаза у разных видов водорослей составила от 8,3 до 66,4 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л).

Наибольшая активность щелочной фосфатазы определена у водорослей вида *Chondria capillaris*, наименьшая у вида *Briopsis plumosa*.

Амилаза – фермент, который гидролизует α-связи таких полисахаридов, как крахмал, гликоген, а также глюкоза и мальтоза.

Активность фермента определяли в фильтрате гомогената разных видов водорослей. Наибольшая активность этого фермента 85,6±0,1 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л) у водорослей вида *Rhizoclonium tortuosum*, наименьшая активность – у вида *Enteromorpha flexuosa* 2,8±0,2 мкмоль/(мин x 10<sup>-2</sup> л).

Высокие показатели активности фермента амилаза свидетельствует о накоплении крахмала у водорослей в осенний период, что дает водорослям возможность выживать в период, когда температура окружающей среды значительно понижается.

Как видно из табл. 2, концентрация кальция, фосфора, магния, железа, хлордов, у разных видов водорослей разная.

Максимальная концентрация кальция установлена нами у водорослей вида *Briopsis plumosa*, минимальная у вида *Enteromorpha compressae*. Концентрации фосфора у водорослей прибрежных акваторий Тилигульского лимана колеблется в пределах от 0,05 до 0,67 ммоль/л, наибольшая у водорослей вида *Chondria tenuissima*, наименьшая – у вида *Rhizoclonium tortuosum*. Наибольшая концентрация магния установлена у вида водорослей *Chondria capillaris*, наименьшая – у вида *Rhizoclonium tortuosum*. Пределы концентрации хлоридов установлена от 6,5 до 87,0 ммоль/л, наибольшая у вида *Chondria capillaris*, наименьшая – у вида *Rhizoclonium tortuosum*.

Таблица 2 – Концентрация микро- и макроэлементов у разных видов водорослей, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана

Вид водорослей	Кальций, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л	Магний, ммоль/л	Железо, мкмоль/л	Хлориды, ммоль/л
<i>Briopsis plumosa</i>	2,20±0,01	0,36±0,02	2,24±0,02	0,9±0,01	66,4±0,27
<i>Chondria capillaries</i>	1,71±0,01	0,54±0,02	2,33±0,03	1,3±0,09	87,0±0,79
<i>Cladophora laetivirens</i>	0,85±0,01	0,21±0,01	1,10±0,12	1,4±0,02	38,9±0,69
<i>Chondria tenuissima</i>	2,40±0,12	0,67±0,01	1,54±0,02	1,4±0,02	32,2±0,52
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	0,86±0,01	0,24±0,01	1,10±0,07	1,0±0,08	37,7±0,58
<i>Enteromorpha compressae</i>	0,10±0,01	0,07±0,02	1,02±0,01	0,5±0,02	14,5±0,23
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	0,93±0,02	0,05±0,006	0,72±0,02	1,2±0,07	6,5±0,05

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию стьюдента (P<0,05).

Нами были установлены значения концентрации белка (общего), глюкозы, холестерина, триглицеридов, мочевины водорослей прибрежных акваторий Тилигульского лимана (табл. 3).

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию Стьюдента ( $P < 0,05$ ).

Содержание общего белка варьирует от 0,09 до 1,60 г/л. Нами установлено, что для вида водорослей *Cladophora laetivirens* характерна наибольшая его концентрация. Содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов у всех водорослей весьма небольшое и колеблется в пределах от 0,01 до 0,57 ммоль/л.

Граничные значения концентрации мочевины составляют от 0,24 до 4,24 ммоль/л, наибольшая концентрация мочевины установлена у водорослей вида *Chondria tenuissima*, наименьшая – у вида *Rhizoclonium tortuosum*.

Таблица 3 – Концентрация белка, триглицеридов и углеводов у разных видов водорослей, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана

Вид водорослей	Белок (общий), г/л	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л
<i>Briopsis plumosa</i>	1,3±0,03	0,20±0,01	0,18±0,01	0,12±0,002	1,48±0,02
<i>Chondria capillaris</i>	0,09±0,02	0,01±0,04	0,22±0,01	0,32±0,02	0,93±0,002
<i>Cladophora laetivirens</i>	1,6±0,03	0,14±0,01	0,16±0,01	0,07±0,01	0,57±0,007
<i>Chondria tenuissima</i>	1,4±0,04	0,27±0,02	0,15±0,01	0,05±0,002	4,24±0,01
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	1,3±0,04	0,1±0,37	0,57±0,01	0,06±0,007	1,42±0,01
<i>Enteromorpha compressae</i>	0,2±0,02	0,02±0,002	0,02±0,001	0,06±0,002	0,93±0,004
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	0,3±0,66	0,23±0,001	0,1±0,01	0,04±0,003	0,24±0,01

Кроме того нами была установлена активность ферментов, которая в значительной мере варьирует, особенно высока в гомогенатах тканей активность таких ферментов как: аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, амилаза (табл. 4).

Таблица 4 – Активность ферментов в фильтратах гомогената тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков артемии – *Artemia salina*, акватории Тилигульского лимана

Вид зообентоса	ЛДГ	ХЭ	АЛТ	АСТ	ЩФ	АМЛ
	мкмоль/мин × 10 <sup>-2</sup> л					
	*КФ-1.1.1.27	КФ-3.1.1.8	КФ-2.6.1.2	КФ-2.6.1.1	КФ-3.1.3.1	КФ-3.2.1.1
Моллюск ( <i>Mitilaster lineatus</i> )	1,6±0,2	66,4±0,2	199±0,3	431±0,3	33,2±0,1	17,2±0,2
Жаброногие рачки ( <i>Artemia salina</i> )	23,2±0,4	99,6±0,2	529±0,4	355±8,4	31,5±0,2	52,5±2,1

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию Стьюдента ( $P < 0,05$ ).

Нами изучен биохимический состав тканей жаброногих рачков артемии – *Artemia salina* и моллюска – *Mitilaster lineatus*. Полученные результаты представлены в табл. 4–6.

Активность фермента лактатдегидрогеназы у моллюска невысокая. В то же время активность фермента холинэстеразы также ниже, у жаброногих рачков.

У моллюсков *Mitilaster lineatus* максимальная активность была установлена для фермента аспартатаминотрансферазы и составила 431,6 мкмоль/(мин × 10<sup>-2</sup> л). Для жаброногих рачков артемии *Artemia salina* активность этого фермента составила 355 мкмоль/(мин × 10<sup>-2</sup> л).

У жаброногих рачков артемии *Artemia salina* кроме этого на достаточно высоком уровне оказалась активность аланинаминотрансферазы, что составило - 529 мкмоль/(мин × 10<sup>-2</sup> л), что выше на 37% в сравнении с моллюсками и активность фермента амилазы, которая составила – 52,5 мкмоль/(мин × 10<sup>-2</sup> л), что на 32% выше чем у моллюсков. Проводя сравнительную оценку ферментативной активности гомогенатов тканей моллюсков и жаброногих рачков необходимо отметить, что активность таких ферментов, как лактатдегидрогеназа у жаброногих рачков в 20 раз выше, холинэстераза в 1,5 раза выше, аланинаминотрансферазы и амилазы в 1,7 раза выше по сравнению с аналогичными показателями ферментативной активности у моллюсков. В то же время у моллюсков активность аспартатаминотрансферазы выше на 82% в сравнении с жаброногими рачками, активность щелочной фосфатазы выше в сравнении с аналогичным показателем чем у жаброногих рачков на 94%, по остальным показателям ферментативной активности, жаброногие рачки лидируют.

Концентрация микро- и макроэлементов исследовалась в фильтрате гомогената тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков артемии – *Artemia salina*.

Таблица 5 – Концентрация микро- и макроэлементов в фильтрате гомогената тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков артемии *Artemia salina*, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана

Вид зообентоса	Кальций, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л	Магний, ммоль/л	Железо, мкмоль/л	Хлориды, ммоль/л
Моллюск ( <i>Mitilaster lineatus</i> )	4,15±0,05	1,60±0,03	2,07±0,02	6,0±0,23	160,2±1,04
Жаброногие рачки ( <i>Artemia salina</i> )	1,73±0,02	0,54±0,01	2,33±0,02	1,3±0,11	87,0±0,26

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию Стьюдента (P<0,05).

У моллюсков *Mitilaster lineatus* максимальная концентрация установлена для хлоридов – 160,2 ммоль/л, что выше в сравнении с *Artemia salina*, кроме этого у моллюсков значительная концентрация кальция – 4,15 ммоль/л, железа – 6,0 мкмоль/л, что выше в сравнении с *Artemia salina*.

У жаброногих рачков артемии *Artemia salina* концентрация хлоридов составила 87,0 ммоль/л, что на 54 % меньше, кальция – 1,73 ммоль/л, что меньше на 41 %, железа – 2,33 мкмоль/л, что меньше на 21,6 % в сравнении с такими же показателями у моллюсков *Mitilaster lineatus*.

Для моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков *Artemia salina* определяли также концентрацию белка (общего), глюкозы, холестерина, триглицеридов в фильтрате гомогенатов тканей (табл. 6).

Концентрация белка (общего) больше для жаброногих рачков *Artemia salina* – 0,9 г/л. Уровень глюкозы в гомогенате тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* составил 0,83 ммоль/л, для жаброногих рачков артемии – *Artemia salina* – 0,48 ммоль/л. Наибольшая концентрация холестерина у жаброногих рачков артемии – *Artemia salina* – 0,37 ммоль/л, наименьшая у моллюсков – *Mitilaster lineatus* – 0,01 ммоль/л.

Таблица 6 – Концентрация белка, триглицеридов и углеводов в фильтрате гомогената тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков артемии – *Artemia salina*, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана

Вид зообентоса	Белок (общий), г/л	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л
Моллюск ( <i>Mitilaster lineatus</i> )	0,1±0,003	0,83±0,01	0,01±0,002	0,12±0,01	1,03±0,04
Жаброногие рачки ( <i>Artemia salina</i> )	0,9±0,02	0,48±0,03	0,37±0,035	0,07±0,01	0,97±0,01

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию Стьюдента (P<0,05).

Концентрация мочевины в гомогенате тканей моллюсков *Mitilaster lineatus* установлена нами в пределах 1,03 ммоль/л, для жаброногих рачков *Artemia salina* – 0,97 ммоль/л.

В перспективе планируется продолжить посезонный мониторинг биохимического состава водорослей и зообентоса для установления норм биохимических показателей, которые являются составной частью и важным фактором при экологической оценке состояния экосистем Тилигульского лимана.

В табл. 7 представлены гидрохимические показатели воды и грунта исследуемых проб прибрежных акваторий Тилигульского лимана.

Полученные результаты гидрохимического исследования имеют небольшие различия, однако представляют собой ценность при комплексной оценке экосостояния. Граничные значения концентрации кальция в фильтрате воды составили от 2,52 до 3,78 ммоль/л, фосфора от 0,02 до 0,15 ммоль/л, магния от 2,51 до 2,61 ммоль/л, железа от 1,0 до 2,0 мкмоль/л, хлоридов от 162,8 до 201,8 ммоль/л, мочевины от 0,05 до 0,57 ммоль/л.

Таблица 7 – Показатели гидрохимического состояния воды и грунта в прибрежных акваториях Тилигульского лимана в районе выращивания виноградарников винзаводом „Коблево”

Исследуемый объект	Кальций, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л	Магний, ммоль/л	Железо, мкмоль/л	Хлориды, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л
Вода возле с. Коблево	3,78±0,01	0,10±0,02	2,61±0,07	1,3±0,02	201,8±0,62	0,21±0,01
Придонный грунт	2,84±0,01	0,08±0,001	2,53±0,01	1,0±0,07	193,6±1,40	0,57±0,04
Глубинный грунт	2,73±0,01	0,06±0,002	2,58±0,01	0,9±0,02	179,8±1,70	0,15±0,02
Вода возле винзавода „Коблево”, с. Ленинка	2,52±0,02	0,04±0,003	2,60±0,01	2,0±0,11	80,8±0,30	0,14±0,01
Придонный грунт	2,66±0,01	0,02±0,003	2,59±0,01	1,5±0,02	179,5±2,66	0,05±0,003
Глубинный грунт	1,47±0,02	0,03±0,001	2,51±0,01	0,9±0,03	138,9±1,43	0,40±0,02
Вода возле с. Червоно-Украинка	3,31±0,59	0,02±0,004	2,57±0,01	1,0±0,02	183,7±0,65	0,21±0,01
Придонный грунт	3,55±0,01	0,15±0,01	2,53±0,02	1,3±0,05	184,4±2,25	0,57±0,01
*Глубинный грунт	3,00±0,1	0,09±0,01	2,57±0,02	1,4±0,07	162,8±0,20	0,15±0,01

\* Глубинный грунт – пробы грунта из глубины 30 см от поверхности ила.

Рассчитано стандартное отклонение и статистическая значимость различий оценена по t-критерию Стьюдента ( $P < 0,05$ ).

Пределы концентрации кальция в фильтрате придонного грунта составили от 2,66 до 3,55 ммоль/л, наибольшая концентрация кальция от проб придонного грунта возле села Червоно-Украинка, наименьшая возле села Ленинка. Фосфора от 0,02 до 0,15 ммоль/л, наибольшая концентрация фосфора от проб придонного грунта возле села Коблево, наименьшая возле села Червоно-Украинка. Магния от 2,53 до 2,59 ммоль/л, наибольшая концентрация магния от проб придонного грунта возле села Коблево, наименьшая возле сёл Ленинка и Червоно-Украинка. Железа от 1,0 до 1,5 мкмоль/л, наибольшая концентрация железа от проб придонного грунта возле села Ленинка, наименьшая возле села Червоно-Украинка и Коблево. Хлоридов от 179,5 до 193,6 ммоль/л, наибольшая концентрация хлоридов от проб придонного грунта возле села Коблево, наименьшая возле села Ленинка. Мочевина от 0,05 до 0,57 ммоль/л., наибольшая концентрация мочевины от проб придонного грунта возле сел Червоно-Украинка и Коблево, наименьшая возле села Ленинка. Граничные значения концентрации кальция в фильтрате глубинного грунта составил от 1,47 до 3,00 ммоль/л, наибольшая концентрация кальция от проб глубинного грунта возле села Червоно-Украинка, наименьшая возле села Ленинка. Граничные значения концентрации фосфора от 0,03 до 0,09 ммоль/л, наибольшая концентрация фосфора от проб глубинного грунта возле села Червоно-Украинка, наименьшая возле села Ленинка. Граничные значения концентрации магния от 2,51 до 2,58 ммоль/л, наибольшая концентрация магния от проб глубинного грунта возле села Червоно-Украинка, наименьшая возле села Ленинка. Граничные значения концентрации железа от 0,9 до 1,4 мкмоль/л, наибольшая концентрация железа от проб глубинного грунта возле села Червоно-Украинка, наименьшая возле сел Ленинка и Коблево. Граничные значения концентрации хлоридов от 138,9 до 179,8 ммоль/л, наибольшая концентрация хлоридов от проб глубинного грунта возле села Коблево, наименьшая возле села Ленинка. Граничные значения концентрации мочевины от 0,15 до 0,40 ммоль/л., наибольшая концентрация мочевины от проб глубинного грунта возле села Ленинка, наименьшая возле сел Червоно-Украинка и Коблево.

В перспективе планируется продолжить мониторинг экологической оценки состояния экосистем Тилигульского лимана на основе изучения биохимических показателей фито- и зообентоса в прибрежных акваториях Тилигульского лимана.

## ВЫВОДЫ

1. Определены показатели углеводного, липидного, белкового и азотного обмена для каждого вида макрофитов, отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана.

2. Установлены концентрации микро- и макроэлементов для каждого вида отобранных проб макрофитов включая: *Briopsis plumosa*, *Chondria capillaris*, *Chondria tenuissima*, *Cladophora laetivirens*, *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha compressae*, *Rhizoclonium tortuosum*.
3. Определена активность ферментов для каждого вида макрофитов отобранных в прибрежной акватории Тилигульского лимана.
4. Изучена ферментативная активность у моллюсков *Mitilaster lineatus* и жаброногих рачков – *Artemia salina*, на примере ферментов группы дегидрогеназ, эстераз, трансфераз, фосфатаз и амилаз.
1. Подтверждена большая ферментативная активность у жаброногих рачков по таким ферментам как: лактатдегидрогеназа, холинэстераза, аланинаминотранс-фераза, амилаза в сравнении с моллюсками.
5. Установлена большая концентрация микро- и макроэлементов у моллюсков *Mitilaster lineatus* по кальцию, фосфору, железу и хлорид-ионам в сравнении с жаброногими рачками – *Artemia salina*.
6. Установлено, что концентрация глюкозы в гомогенатах тканей у жаброногих рачков в два раза выше по сравнению с гомогенатами тканей моллюсков.
7. Определены гидрохимические показатели воды, поверхностного и грубинного ила, проведена их сравнительная оценка по различным акваториям лимана.
8. Проведенный комплекс экологических исследований по оценке состояния экосистем Тилигульского лимана в прибрежных акваториях на участках выращивания виноградников винзаводом „Коблево” позволяет оценить таковое, как хорошее на момент проведения исследований.
9. Выявлено позитивное состояние экосистемы Тилигульского лимана в его прибрежной акватории за счет большого количества различных видов красных, зеленых и бурых водорослей служащих индикаторами экологического статуса.
10. Состояние зообентоса также можно охарактеризовать, как положительное, поскольку наблюдалось обильное количество моллюсков и жаброногих рачков на всем протяжении прибрежных акваторий Тилигульского лимана.

Авторы выражают большую благодарность Ткаченко Ф.П., профессору кафедры ботаники Одесского национального университета им. И.И. Мечникова за помощь в идентификации отобранных для исследований водорослей с участков прибрежных акваторий Тилигульского лимана на побережье которого расположены виноградники винзавода „Коблево”.

Выражаем большую благодарность Карпенко Н.А., микробиологу производственной лаборатории винзавода „Коблево” за консультативную помощь при проведении исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям / Абакумов В.А. // Труды. Всес. конф. Москва, 1–3 ноября, 1981. – 207 с.
2. Баканов А.И. Состояние сообществ донных организмов верхней Волги / Баканов А.И., Флеров Б.А. // Гидробиол. журнал. – 1998. – 34(2). – С. 38–45.
3. Баландин В.А. Бассейновый принцип в экологических построениях. Методология оценки состояния экосистем / Баландин В.А. // Новосибирск: Наука, 1998. – 62 с.
4. Баринова С.С. Индекс загрязнения реки – новая величина, характеризующая состояние водотока. / Баринова С.С. // Экологическое нормирование. Проблемы и методы. – Москва: ВНИИ природы, 1992. – С. 8–10.
5. Баринова С.С. Методические аспекты анализа биологического разнообразия водорослей. / Баринова С.С. // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. – Москва: ВНИИ Природы, 2000. – С. 4–59.
6. Жукинский В.Н. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и ее применение для анализа качества вод / Жукинский В.Н., Оксик О.П., Цееб Я.Я., Георгиевский В.Б. // Гидробиол. журнал. – 1976. – 12(2). – С. 103–111.
7. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / Зинова А.Д. – Москва: Наука, 1967. – 396 с.
8. Кондратьева Н.В. Морфологический подход к исследованию изменчивости популяций водорослей континентальных водоемов / Кондратьева Н.В. // Гидробиол. журнал. – 1986. – 22(2). – С. 7–13.

9. Мальшиев Ю.С. Оценка состояния экосистем – ключевое звено экологического мониторинга / Мальшиев Ю.С., Полюшкин Ю.В. // *Геогр. и природ. ресурсы*, 1998. – 1. – С. 37–42.
10. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Десмидиевые водоросли Украинской ССР (Систематика, экология, филогения, пути эволюции, флора и географическое распространение) / Паламарь-Мордвинцева Г.М. // *Киев: Наук. думка*, 1982. – 237 с.
11. Barinova S.S. Diversity and ecology of phyto- Wofphytoplankton and periphyton of the Nahal Oren, Alon Natural Park, Northern Israel. *Algological Studies* / Barinova S.S., Anissimova O.V., Nevo E. – 2005. – 116. – P. 169–197.
12. Barinova S.S. Algal indicator system of environmental variables in the Hadera River basin, central Israel / Barinova S.S., Anissimova O.V., Nevo E. // *Plant Biosystems*. – 2006. – 140 (1). – P. 65–79.
13. Reynolds C.S. The state of freshwater ecology / Reynolds C.S. // *Freshwater Biol.* – 1998. – 39(4). – P. 741–753.
14. Watanabe T. Numerical index of water quality using diatom environmental pollution / Watanabe T., Asai K., Houki A. // *Tokyo: Tokai Univ. Press*, 1988. – P. 179–192.
15. Whitton B.A. Use of algae for monitoring rivers. / Whitton B.A, Rott E., Friedrich G. // *Institut fur Botanik Univ. Press. Innsbruck*, 1991. – 195 p.

## ECOLOGICAL CONDITION FOR COASTAL AQUATORY OF WATER IN TILIGUL ESTUARY

*Polukarova L.A., Bayraktar V.N.*

It was specified ecological condition the coastal aquatory of Tiligul estuary. It was determined increasing of growth condition for red, green and brown species of algae. The tested parameters included determination of enzyme activity, concentration of macro and microelements and some total parameters of metabolism.

As a result of research it was indicated plentiful growth of algae typical for tested period. It was indicated also ample quantity of molluscous growth – *Mitilaster lineatus* and brine shrimp – *Artemia salina*. All of it characterize positive condition the ecosystem of Tiligul estuary at the investigation moment in the coastal aquatory.

УДК 556.51:571.472:574.632

Полукарова Л.А., Байрактар В.М. Екологічна оцінка прибережних акваторій Тигульського лиману // *Питання біоіндикації та екології*. – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – Вип. 16, № 2. – С. 191–207.

Проведена оцінка екологічного стану прибережної акваторії Тигульського лиману. Встановлено значне зростання червоних, зелених бурих водоростей, характерних для осіннього періоду, спостерігалася велика кількість молюсків *Mitilaster lineatus* і жаброногих рачоків *Artemia salina*. Проведено гідрохімічні дослідження проб води, придонного і глибинного ґрунту. Виявлено позитивний стан екосистеми Тигульського лиману на момент дослідження прибережній акваторії. Бібл. 15. Табл. 7.