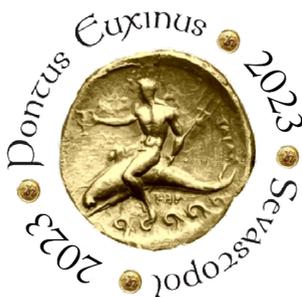


Федеральный исследовательский центр
Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ XIII



ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2023

XIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием для молодых ученых по проблемам водных и наземных экосистем, посвященная 60-летию со дня преобразования Севастопольской биологической станции в ИнБЮМ

Материалы конференции

Севастополь, 9–14 октября 2023 г.

Севастополь
ФИЦ ИнБЮМ
2023

Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 7. С. 73–77.

2. Туманова А. Л., Кочетков Н. М. Аспекты экологически безопасного питания в обеспечении эпидемиологической защиты курортов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 11. С. 66–69.

3. Туманова А. Л., Миквабия З. Я. Организационно-экологические аспекты обеспечения устройство развития регионов. «ЭКОПОЛИС» в Абхазии как образец внедрения инновационных биотехнологий сохранения экологии рекреационных зон, курортных ресурсов и здоровья человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10-1. С. 127–131.

4. Туманова А. Л., Миквабия З. Я., Ахуба Л. О., Пачулия Е. Р. Медико-экологические факторы нарушения здоровья населения и инновационные методы их профилактики. Эксперимент по влиянию и отдалённым результатам применения профилактических хлорелловых напитков на организм приматов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10-2. С. 307–312.

ОЦЕНКА ФАГОЦИТАРНОЙ АКТИВНОСТИ ГЕМОЦИТОВ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЗЕЛЕННОЙ МИКРОВОДОРОСЛЬЮ *COCCOMYXA PARASITICA*

**Богачева Е. А., Кухарева Т. А., Андреева А. Ю., Кладченко Е. С.,
Челебиева Э. С.**

ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», г.
Севастополь

Ключевые слова: зеленые микроводоросли, Соссотуха, паразит, фагоцитоз.

В последние десятилетия аквакультурная промышленность вносит существенный вклад в увеличение мировых запасов продовольствия, в том числе в связи с интенсификацией культивирования двустворчатых моллюсков [1]. Одной из основных проблем марикультурных хозяйств является высокий процент смертности моллюсков, связанный со вспышками инфекционных заболеваний на фермах [2]. Для минимизации экономического ущерба на ферме необходим своевременный контроль состояния здоровья объектов культивирования, оценка восприимчивости моллюсков к потенциальным патогенам и понимание рисков массового распространения инфекций. Основу иммунной системы двустворчатых моллюсков представляют собой клетки, циркулирующие в гемолимфе – гемоциты. Их функциональная роль позволяет использовать данный тип клеток в качестве репрезентативной модели для оценки иммунного потенциала и общего здоровья моллюсков. Одним из наиболее показательных параметров является расчет активности фагоцитоза [3]. В настоящее время среди фотосинтезирующих микроорганизмов наибольшую угрозу для двустворчатых моллюсков представляют зеленые паразитические микроводоросли рода *Coccomyxa*. Инвазия *Coccomyxa parasitica* Stevenson & South, 1974 была обнаружена у целого ряда двустворчатых моллюсков, в том числе объектов марикультурного промысла, в разных регионах Мирового Океана. При этом отмечено негативное влияние *C. parasitica* на моллюсков: ярко выраженная зеленая окраска тканей и органов, эрозия и деформация раковины, снижение метаболической, фильтрационной и репродуктивной активности, ранняя гибель [4].

Целью данной работы была экспериментальная оценка (*in vitro*) способности гемоцитов мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 к фагоцитозу клеток паразитической микроводоросли *C. parasitica*.

Гемолимфу отбирали стерильным шприцом из аддуктора мидий *M. galloprovincialis* (n=25) и трижды отмывали в стерильной морской воде путем центрифугирования (500 g, 5 мин). Суспензию гемоцитов (90 мкл) после отмывки (концентрация клеток $1 \cdot 10^6$ кл.·мл⁻¹) помещали на предметные стекла, спустя 30 минут туда же помещали объекты фагоцитарной реакции (в соотношении 2:1) и инкубировали в течение 1, 2 и 3 часов. Для сравнения специфики фагоцитоза в отношении *C. parasitica* также проводили анализ фагоцитоза гемоцитами частиц *Zimosan A* из *Saccharomyces cerevisiae* (Sigma Z4250-1G) и зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beyerinck, 1890. *C. parasitica* была выделена в Дальневосточном регионе Российской Федерации из зараженных двустворчатых моллюсков *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983 и адаптирована к солености 18 ‰ в лабораторных условиях. Выбрали *Chlorella vulgaris* (штамм IBSS 19). В работе использовали микроскоп Olympus CX43, оснащенный камерой Olympus DP28. Фагоцитарную активность (ФА) гемоцитов рассчитывали как процент клеток, поглотивших частицы *Zimosan A* или клетки микроводорослей. Фагоцитарный индекс (ФИ) рассчитывали путем подсчета среднего числа поглощенных частиц *Zimosan A* или клеток микроводорослей на один гемоцит. Проанализировано по 1000 гемоцитов на группу.

Способность гемоцитов к фагоцитозу отмечена в отношении всех трех объектов (*Zimosan A*, *C. vulgaris*, *C. parasitica*). Кроме того, полученные данные позволили количественно оценить ФА гемоцитов в зависимости от времени инкубации.

ФА гемоцитов в отношении частиц *Zimosan A* достигла максимального значения после 2 часов инкубации и составила $98,9 \pm 0,7$, незначительно снизившись к 3 часу взаимодействия. При инкубации гемоцитов с клетками обоих видов микроводорослей наблюдалась иная динамика. Уже после 1 часа инкубации с клетками *C. vulgaris* значения ФА были ниже в сравнении с *Zimosan A* на 17 % ($p < 0,01$). Однако дальнейшие изменения в способности гемоцитов к фагоцитозу в отношении клеток *C. vulgaris* можно отметить только на уровне тенденции: через 2 часа инкубации ФА снизились примерно на 12 % и вновь увеличились на 7 % к 3 часу. При взаимодействии гемоцитов с потенциальным патогеном *C. parasitica* наиболее высокие значения ФА и ФИ отмечены к 1 и 3 часу воздействия. При этом количественные значения ФА при взаимодействии с патогенным микроорганизмом были ниже в 3,6–5,3 раза в сравнении с *Zimosan A* ($p < 0,01$) и 1,7–2,2 раза – в сравнении с *C. vulgaris* ($p < 0,01$).

Таким образом, при взаимодействии клеток гемолимфы средиземноморской мидии *M. galloprovincialis* и паразитической зеленой микроводоросли *C. parasitica* отмечен факт фагоцитирования, однако ФА была существенно ниже в сравнении с *Zimosan A* и *C. vulgaris*, что может указывать на иммуносупрессивное влияние потенциального патогена.

Работа выполнена в рамках госзадания 121102500161-4 «Закономерности организации иммунной системы промысловых гидробионтов и исследование влияния факторов внешней среды на функционирование их защитных систем».

Список литературы

1. Van der Schatte Olivier A., Jones L., Vay L. L., Christie M., Wilson J., Malham S. K. A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture // Reviews in Aquaculture. 2020. Vol. 12, iss. 1. P. 3–25. <https://doi.org/10.1111/raq.12301>

2. Brian J. I., Ollard I. S., Aldridge D. C. Don't move a mussel? Parasite and disease risk in conservation action // Conservation Letters. 2021. Vol. 14, iss. 4. P. e12799. <https://doi.org/10.1111/conl.12799>

3. Allam B., Raftos D. Immune responses to infectious diseases in bivalves // Journal of Invertebrate Pathology. 2015. Vol. 131. P. 121–136. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.05.005>

4. Sokolnikova Y., Tumas A., Stenkova A., Slatvinskaya V., Magarlamov T., Smagina E. Novel species of parasitic green microalgae *Coccomyxa veronica* sp. nov. infects *Anadara broughtonii* from the Sea of Japan // Symbiosis. 2022. Vol. 87, iss. 3. P. 293–305. <https://doi.org/10.1007/s13199-022-00877-6>

ДИНАМИКА КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ГАЛОФИТА *HONCKENYA PEPLOIDES* (L.) ENRH. В ТЕЧЕНИЕ СУТОК

Добычина Е. О.¹, Рыжик И. В.¹, Ломака А. А.²

¹ФГБУН Мурманский морской биологический институт РАН, г. Мурманск

²ФГБОУ ВО Мурманский арктический государственный университет, г. Мурманск

Ключевые слова: галофит, *Honckenyia peplodes*, антиоксиданты, суточные изменения, приливно-отливный цикл.

Галофиты представляют собой растения, произрастающие на засоленных почвах. *Honckenyia peplodes* (L.) (Гонкения бутерлаковидная, сем. Гвоздичные) распространена по всему побережью Баренцева моря, а также в Западной Европе, Северной Америке и на северо-востоке России вплоть до Японии [1]. На Мурманском побережье занимает супралиторальную область и подвергается затоплению морской водой во время сизигийных приливов и во время штормов. Гонкения является важным видом для прибрежных экосистем, поскольку укрывает почву от ветра. Благодаря своим скоплениям влияет на скорость ветра, увеличивает шероховатость поверхности, что приводит к росту пограничного слоя с подветренной стороны, тем самым уменьшая оттоки, увеличивая отложение наносов [2]. *H. peplodes* содержит высокое количество витаминов А, В1 и С. Молодые побеги употребляют в пищу как в сыром, так и в вареном виде, они обладают кисловатым вкусом и нежным ароматом [3].

Цель работы заключается в исследовании суточных перестроек антиоксидантной системы *H. peplodes*.

Отбор проб проводили в июле 2022 г. в течение суток каждые 2 часа в Зеленецкой губе Баренцева моря. Собирали листья по всей длине стебля и фиксировали в жидком азоте. Регистрировали погодные условия, освещенность, соленость, температуру. В лабораторных условиях спектрофотометрическим методом определяли уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ), активность ферментов: (супероксиддисмутазы) СОД, каталазы, пероксидазы. А также содержание аскорбиновой кислоты (методом капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ 105М») и полифенолов (с использованием реагента Фолина-Чокальтеу). Для полученных данных были рассчитаны средние арифметические значения и их стандартные отклонения. Для обработки и анализа данных пользовались программным обеспечением Microsoft Excel 2010.

В результате исследования выявлено, что в прилив в листьях *H. peplodes* происходит снижение как ферментных антиоксидантов (СОД, каталазы, пероксидазы),