DOI: 10.17117/na.2015.11.04.230

Поступила (Received): 27.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.04.230.pdf>

Раилкин А.И., Чикадзе С.З.
Разработка экологически безопасной защиты от
морского обрастания на базе морских аквариальных

Railkin A.I., Chikadze S.Z.
The development of the ecologically safety defense from
marine fouling on the base of marine aquariums

В статье рассмотрены основные подходы к экологически безопасной защите от морского обрастания, включающие использование репеллентов и противoadгезионных веществ. Они были испытаны на личинках гидроидных полипов, спате двустворчатых моллюсков, морских звездах с Белого моря. Эксперименты были проведены на базе двух континентальных морских аквариальных

Ключевые слова: морское обрастание, биоиспытания противообрастающих покрытий

Раилкин Александр Иванович

Доктор биологических наук, заведующий лабораторией
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Чикадзе Светлана Захаровна

Инженер
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

In the article main approaches to the ecologically safety defense from marine fouling are regarded. They include the defense with using repellents and antiadhesives. Some substances having repellent and antiadhesive properties were testing with the use of hydroid larvae, spat of bivalves, sea stars in the conditions of continental aquarium systems

Key words: marine fouling, biotestings of antifouling coatings

Railkin Alexander Ivanovich

Doctor of Biological Sciences, Head of Laboratory
Saint-Petersburg state university
Saint-Petersburg, University emb., 7/9

Chikadze Svetlana Zacharovna

Engineer
Saint-Petersburg state university
Saint-Petersburg, University emb., 7/9

Работа выполнена на базе Ресурсного Центра «Обсерватория экологической безопасности» Санкт-Петербургского государственного университета

Моря России, их твердые естественные субстраты (жесткие грунты, камни, скалы, базибионты), населены в основном прикрепленными формами, которые входят в состав бентоса. Эти организмы и представленные ими сообщества играют важную экологическую роль в цепях питания, процессах очистки вод, формирования гидродинамики и химического состава придонного слоя [1]. Они имеют важное хозяйственное и экономическое значение как объекты про-

мысла и культивирования, а также как источники биологических помех в обрастании различных промышленных и технических объектов: судов, нефте- и газодобывающих платформ на шельфе, подводных трубопроводов, кабелей, навигационных сооружений, научной аппаратуры и т. п. [2].

Биологические помехи в работе промышленных объектов и биоповреждения, вызываемые обрастателями, требуют разработки и применения профилактических и защитных мер. Анализ современного состояния проблемы защиты от обрастания и международных требований к ней, связанных с экологической безопасностью, показал, что наиболее перспективными являются репеллентная и противoadгезионная защита [2,3]. Однако до настоящего времени, несмотря на полувековой мировой опыт исследований в этом направлении, разработки этих и близких подходов пока еще далеки от практической реализации.

Ранее [2] были сформулированы основные положения концепции экологически безопасной защиты от морского обрастания. Они заключаются в следующем. Сообщества макрообрастания являются основным источником эксплуатационных помех. Обрастание ими технических объектов представляет собой процесс колонизации их расселительными стадиями (спорами водорослей, личинками, молодью и взрослыми беспозвоночными животными) поверхностей твердых тел, искусственных и естественных. Критическими моментами для перехода на твердую поверхность являются оседание и прикрепление. Подавление этих процессов прерывает колонизационный цикл, а вместе с ним и обрастание. Известно немного примеров экспериментального использования химически малотоксичных или вообще нетоксичных веществ для осуществления репеллентной, подавляющей оседание, и противoadгезионной, препятствующей прикреплению, защиты [2].

Наиболее разработаны подходы к химической биоцидной защите от обрастания, которая применяется по отношению к промышленным объектам. Среди различных способов ее реализации наиболее распространенными являются противообрастающие покрытия. В их полимерную основу вводят биоцидные вещества, которые, выделяясь в воду, препятствуют развитию на поверхности обрастания. В промышленных противообрастающих судовых красках применяют в основном соединения меди (главным образом, закись), убивающие обрастателей и многие другие полезные организмы.

В экспериментальных исследованиях ранее нами были испытаны бензойная кислота, барбитураты и некоторые другие вещества, которые как было показано, обладали репеллентным и противoadгезионным действием [2].

Для биологических исследований, связанных с разработкой экологически безопасной защиты от обрастания, необходимо проведение как лабораторных, так и натурных экспериментов и испытаний. К настоящему времени в Санкт-Петербургском государственном университете создан и успешно работает Ресурсный центр «Обсерватория экологической безопасности». В его составе имеется холодноводная морская аквариальная, на базе которой возможно проведение круглогодичных исследований по проблеме обрастания с использованием бентосных организмов Белого моря. Среди них в общей сложности около двух

десятков видов беспозвоночных животных и макрофитов, многие из которых относятся к обрастателям.

Перспективными объектами для проведения испытаний противообрастающих веществ в морской воде являются сообщества микробрастания, включающие бактерии, диатомовые водоросли, гетеротрофные жгутиконосцы, амебидные протисты и инфузории. Благодаря присутствию в них биологических объектов с разной чувствительностью можно оценить интегральный ответ сообщества на противообрастающие вещества и покрытия с использованием противообрастающего индекса [4]. Накоплен опыт поддержания и интенсификации развития микробрастания, путем введения в аквариумы добавок Гольдберга и оптимизации освещенности.

Проведенные исследования показали, что наиболее устойчивыми к действию химических веществ и вариabельными по численности являются бактерии, что не позволило включить их в состав микробрастателей, пригодных для целей биологических испытаний противообрастающих веществ и покрытий. Основными объектами для оценивания токсичности противообрастающих веществ и материалов следует считать диатомовые водоросли и гетеротрофные жгутиконосцы, наиболее массовые формы микробрастания после бактерий. В случае покрытий разработан удобный прием – смыв микробрастания с покрытия и оценка процента смертности микроорганизмов через 24 ч в сообществе, восстановленном на основе явления самосборки [2].

Удобными объектами для испытания репеллентных свойств веществ и материалов являются личинки гидроидных полипов, двустворчатых моллюсков и мшанок, а также спат мидий. Опыты с использованием трехсекционных хемотаксических камер показали, что под действием репеллента (бензойной кислоты, N,N,N',N'-тетраметилэтилендиамина) происходит перераспределение организмов в средней части камеры, и через некоторое, достаточно быстрое, время они удаляются от секции с мембраной, за которой находится репеллент. Выявить репеллентное действие того или иного вещества можно и на основе метода капилляров по резкому изменению направления движения биологических объектов вблизи кончика капилляра с репеллентным веществом.

Противоадгезионные свойства могут быть изучены с использованием в основном подвижных объектов, обладающих временным прикреплением к субстрату и проявляющих его как в движении, так и в покое. Как показали наши исследования, удобными объектами являются двустворчатые моллюски мидии *Mytilus edulis* и морские звезды *Asterias rubens*. При действии на них противоадгезионных веществ (например, бензойной кислоты или барбитуратов) сначала происходит подавление подвижности, а впоследствии и связи с субстратом, по которому они передвигались, т.е. наблюдается подавление адгезии. У полностью обездвиженных организмов постепенно подавляются реакции их мышечного сокращения и биения ресничек. При помещении в чистую морскую воду все реакции восстанавливаются, но в обратном порядке. Для количественного измерения силы прикрепления и его подавления под действием противоадгезионных веществ разработан специальный электронный прибор адгезиометр,

снабженный тензометрическими датчиками, который позволяет оценивать эффективность действия веществ, подавляющих адгезию.

Список используемых источников:

1. Раилкин А.И., Бесядовский А.Р., Примаков И.М., Колдунов А.В. Взаимодействие прибрежных бентосных сообществ Белого моря с придонным слоем. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. 408 с.
2. Раилкин А.И. Колонизация твердых тел бентосными организмами. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2008, 427 с.
3. Раилкин А.И., Чикадзе С.З., Шилова О.А. Морское биологическое обрастание и перспективы создания экологически безопасных противообрастательных покрытий // Труды Биол. НИИ СПбГУ. 2008. Вып. 54. С. 210-231.
4. Раилкин А.И., Твердов А.И., Отвалко Ж.А., Коротков С.И., Фомин С.Е. Оценка противообрастающих свойств материалов по показателям обилия многовидовых сообществ обрастания // Вода: химия и экология. 2015. № 7. С.52-56.

© 2015, Раилкин А.И., Чикадзе С.З.

Разработка экологически безопасной защиты от морского обрастания на базе морских аквариальных

© 2015, Railkin A.I., Chikadze S.Z.

The development of the ecologically safety defense from marine fouling on the base of marine aquariums