

СООБЩЕСТВО ОБРАСТАНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭКОСИСТЕМЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Е.М.Паргалы, кандидат биологических наук, профессор кафедры психологии и социальных наук, Профессор МКА

Термин «обрастание» впервые употребил для прикрепленных макро и -микроскопических организмов на твердом субстрате Э. Гентшель [1], изучавший население на стеклянных пластинах в Гамбургской бухте. Позже этот термин применяли ряд зарубежных исследователей.

В первой зарубежной сводке [2] американские исследователи термин «обрастание» применяют для обозначения комплекса растений и животных, населяющих искусственные субстраты.

Этот термин в дальнейшем применяли многие известные ученые [3 –8]

В своих работах по Азовскому морю, как и в данной работе, я употребляю термин «обрастание», подразумевая сообщество водных организмов на твердом субстрате, не делая различия между обрастанием естественных и искусственных субстратов.

Морское обрастание тесно связано с другими биоценозами моря, являясь частью его экосистемы.

Обрастание является пищей для планктонных организмов и в то же время производителем планктона за счёт своих пелагических личинок, проходящих свой цикл развития в толще воды, и это связывает его с динамикой других сообществ моря. Обрастание связано с продуктивностью моря.

Изменение динамики сообществ на любой стадии формирования биоценоза обрастания или уже в сформированном биоценозе, отражая общую динамику живого вещества в море, служит показателем колебания продуктивности. Прикрепившиеся личинки, рост обрастателей, накопление биомассы обрастания происходит на твердом субстрате. Когда мало добавляется видов из планктона, идёт неограниченный рост самих обрастателей на поверхности субстрата

Исследование обрастания проводилось автором в Азовском море, начиная с востока от с.Сопино и следуя к западу – г.Мариуполь, п.Юрьевка и у г.Бердянска – 1971-2012 гг.

Приведенные ниже характеристики физико-химических факторов – данные Мариупольской гидрометеорологической обсерватории.

Прозрачность зависит от наличия взвесей в воде: 0,5 – 1 м (редко 1.5 м):

Цветность воды – 14 – 16 (редко 13).

Скорость течения: в поверхностном слое 4 -13 см /сек, в придонном 16 – 36 см /сек.

Ветер разных направлений: южные, северные, западные, северо-восточные, юго-восточные, северо-западные, юго-западные, чаще дуют восточные ветры (28 – 36%).

Грунты песчано – илистые.

Температура и солёность за 1971-2000 гг. за три десятилетия и за 2010 – 2012 гг. (максимальная – макс., минимальная – мин.):

Годы	Температура (t -град.С)		Солёность (S‰)	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1971-1980	-0,7	+27,1	2,91	14,92
1981-1990	-0,7	+29,5	2,74	11,81
1991-2000	-0,6	+31,4	1,92	11,51
2010	-0,5	+29,2	4,48	11,35
2011	-0,4	+30,9	5,21	11,46
2012	-0,5	+28,5	3,04	12,62

Кислород, растворённый в воде, имел значения в поверхностном слое:

Минимальное 2,36 мг/ л при 39% насыщения, среднегодовое 5,63 (1975г.) - 11.66 (1989 г.), максимальное : 6,07 мг/ л при 106% насыщения (1975 г.) и 20,06мг/л при 192% насыщения (1982 г).

В сообществе обрастания в Азовском море автором отмечены 225 видов – 163 вида водорослей и 62 вида животных. Из них 24 вида – 20 видов животных и 4 вида водорослей - мною были обнаружены впервые в Азовском море, 2 вида животных – впервые указаны для фауны морей России и Украины.

Азовоморский многовидовой биоценоз обрастания, с различными трофическими потребностями составляющих его популяций, представляет сообщество сложной структуры, со сложной сетью биоценологических внутривидовых и многовидовых связей, их насчитано автором 375.

Обнаруженные организмы относятся к 11 пищевым группировкам: автотрофы; гетеротрофы – хищники, неподвижные сестонофаги, фильтраторы А. Б. В , осаждальщики (седиментаторы), подвижные сестонофаги, вертикаторы, сосущие, детритофаги, полифаги.

Биомасса обрастания за весь период исследования, кг/кв.м

Экспериментальные платины

8 – 14

Водозаборы насосных станций
Металлургического комбината

«Азовсталь»	15-30
Щиты металлические	3 – 27
Каркасы фильтрационных сеток	3 – 20,8
Фильтрационные сетки	1,5 – 3
Водоводы (трубы)	15 – 60
Буи	5 – 43

Максимальные размеры обрастателей, мм

	Г о д ы			
	1971-1980	1081-1990	19991-2000	2010
Гидроид	350	150-200	110-60	
Митиластер	25	0	0	0
Мидия	0	65	22	0
Баланус	23,2	15	18-7	
Мшанка конопеум, ячей	600	400	120-70	

Несмотря на большое разнообразие видов, ведущими в биоценозе становятся двустворчатый моллюск мидия *Mytilus galloprovincialis*,

двустворчатый моллюск митиластер *Mytilaster lineatus* (в годы, когда было отмечено его оседание, в 1 периоде), гидроидный полип *Garveia franciscana*, усконогий рак баланус *Balanus improvisus*, корковая мшанка *Conopeum seurati*.

Максимальные размеры видов-доминантов:
гидроид – 350 мм, баланус -23,2 мм, мидия – 65 мм.

В годы, когда не оседали и не развивались мидии, доминирующими видами даже на первом году формирующегося биоценоза становились гидроиды и баланусы.

Если же оседают личинки мидий, то уже с мая осевшие личинки мидий вырастают и растущие и набирающие вес мидии занимают до половины площади субстрата и позже становятся ведущими в обрастании водоводов металлургического комбината «Азовсталь»

Если из сообщества обрастания идёт обогащение планктона за счёт выхода личинок, то рост и особей, и биомассы связана с наличием пищи в планктоне.

Изменение пищевых группировок в биоценозе связано с изменением состава пищи в планктоне.

Гидроиды (хищники) развиваются при богатом зоопланктоне и особенно – веслоногих раков *Copepoda*. Летом доминируют фильтраторы Б (мшанки и камптозои), питающиеся мелким сестоном, в августе – октябре преобладают баланусы, для которых характерно смешанное питание – зоопланктоном и фитопланктоном. Летом, если мало зоопланктона и плохо развивается гидроид, много коловраток – вертикаторов, а также фильтраторов А, Б, В – мшанок, инфузорий, питающихся мельчайшими водорослями, бактериями.

К осени количество зоопланктона, а к зиме – и фитопланктона обычно уменьшается и в биоценозе остаются мелкие формы (инфузории зоотамнии и др.), питающиеся мельчайшим сестоном – фильтраторы В.

В результате формирования биоценоза обрастания доминантом становится баланус, питающийся смешанной пищей, при недостаточной численности зоопланктона, потребляющий фитопланктон. В годы, когда оседает мидия, преобладает она – фильтратор А, имеющий широкий спектр питания.

Среди всех изученных объектов обрастания наилучшие условия существования для обрастателей, лучшая обеспеченность пищей складывается в начале сети водоснабжения металлургического комбината «Азовсталь», на водозаборах насосных станций, в начальных водоводах сети (диаметром 1500-1000 мм), отходящих от водозабора. Именно в этих местах сосредоточиваются самые крупные гидроиды (350 мм) и баланусы размером 20-28 мм – особенно на бетонных стенах камер водоснабжения и внутри стен труб.

Гидроиды лучше развиваются в годы, когда зоопланктон был достаточно богат и позволяла солёность – до 8 – 12‰. а баланусы преобладали в годы, когда плохо развивались и практически не росли гидроиды. Видимо, это было связано с падением солёности в районе до 1,92‰. С 1975 г., почти до 1988 г., в Таганрогском заливе, в районе исследований появились два вида сцифоидных медуз – *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*, резко повлиявших на планктон. Поэтому гидроиды не развивались вследствие низкой для них солёности и снижения численности зоопланктона. На гидротехнических сооружениях гидроиды осели и популяция их сохранилась, так как они способны выдержать небольшой срок опреснения, но не способны развиваться.

С 1998 г. в Азовское море проник и бурно расселился в последующие годы и гребневик *Mnemiopsis leidyi*, активно поедающий зоопланктон, численность которого низко пала. [9].

На буйках, расположенных в местах, где выше солёность («Ейский», «Бердянский»), которые далеко от устья р.Кальмиус, где речная вода способствует более низкой солёности, гидроиды составляли 40% оброста, хотя длина их была намного меньше (1985-1995 гг.), чем в условиях сети водной магистрали металлургического комбината «Азовсталь» - 7 – 10 мм

(против 350 мм в самом начале сети).

На буграх, обследованных в 2000 г., гидроидов практически не было. Маленькие отростки столонов редуцировались и остановились в росте (минимальная солёность была 4,43‰).

В течение условно разделённых временных периодов- I(1971-1980гг.), II(1981-1990 гг.), III(1991-2000 гг.) биомасса обрастания отличается, уменьшаясь к 2000-му году. Максимальные размеры доминантов также изменились, мидия имела во II периоде в начале водоводов 65 мм, в III периоде редко встречались на буграх, достигнув длины 22 мм.

Гидроид в 70-80-е годы вырос до 300-350 мм, в 90-е годы -150-200 мм, а в III периоде – до 60 мм, или же вообще отсутствовали.

Хотя корковая мшанка конопеум развивалась почти все годы, рост колоний тоже изменился с 600 мм в I периоде до 70 мм в III периоде, или отсутствовала.

Баланусы, выросшие до 23,2 мм в I периоде, в III периоде выросли только до 7 мм, что обусловлено качественными и количественными изменениями в зоо- и фитопланктоне, пищи для них стало меньше.

Снижение численности фитопланктона сказалось и на развитии популяции мшанок, как кожистых, так и корковой – конопеум.

На развитии гидроида сказались как изменения солёности, так и уменьшение численности ракообразных в планктоне.

В исследуемом районе в фитопланктоне мной обнаружены 252 вида и разновидности водорослей, относящиеся к 7 систематическим группам: *Cyanophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Xantophyta*, *Pyrrophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta* ..

Видовое разнообразие фитопланктона связано с мелководностью этой части моря, интенсивной перемешиваемостью водных масс под влиянием нагонных ветров, хорошей прогреваемостью и освещённостью, более интенсивной фотосинтетической деятельностью водорослей, лучшей обеспеченностью их биогенными элементами, что способствовало формированию богатой первичной продукции.

Биомасса фитопланктона снизилась от 31091 мг/ куб. (1965 г.) – до 2584.мг /куб.м (1999г.).

Зоопланктон в исследуемом районе представляют 77 видов и форм: 41 вид организмов и 66 видов личинок – планктонных стадий обрастателей.

Видовой состав зоопланктона представлен по группам: *Sarcodina*, *Mastigophora*, *Infusoria*, *Hydrozoa*, *Ctenophora*, *Nematoda*, *Rotatoria*, *Polychaeta*, *Cladocera*, *Copepoda*, *Harpacticoida*, *Ostracoda*, *Cirripedia*, *Decapoda*, *Mysidacea*, *Cumacea*, *Amphipoda*/

В планктоне Таганрогского залива Азовского моря встречаются, кроме взрослых организмов вышеуказанных групп, бродяжки инфузорий – вагиниколы, пиксиколы, зоотамния, трёх видов фолликулин (продукта,

альтернанс, спирорбис), планулы гидроида, яйца и личинки коловраток птигуры и тестудинеллы, кладки и велигеры голожаберного моллюска тенеллии, науплии и циприсы балануса, велигеры мидии и митиластера, личинки полихет нерейс и мерциереллы, трохофоры мшанок бовербанкии и виктореллы, цифонаутес мшанки конопеум, трохофоры камптозой барентсии и педицеллины, яйца и личинки разных червей, зоеа крабов и др..

Зоопланктон за годы исследований обеднел качественно (41 вид в 1971г. и 17 видов в 1991 г.), его абсолютная численность снизилась от 53,9 тыс. до 12,3 тыс.экз/куб.м, а биомасса от 2,1 до 0,63 г/куб.м.

Обрастание влияет на продуктивность моря. Биомасса его на искусственном субстрате чаще выше, чем на природных грунтах. На естественных грунтах в Азовском море биомасса балануса *V.improvisus* 0,923 кг/кв. м, в то время как за год на пластинах достигает 6-8 кг/ кв.м. Обрастание, окруженное водой с лучшим содержанием кислорода, с большим притоком пищи, избавленное от заиления, с меньшим количеством органического вещества, имеет лучшие условия для жизнедеятельности, чем популяции тех же видов на естественных грунтах.

Обрастание имеет огромное значение в питании рыб. Планктонных личинок обрастателей могут поедать планктонные личинки и взрослые рыбы-планктофаги, бентосоядные рыбы потребляют моллюсков, раков, червей, планктоноядных личинок баланусов, личинок крабов и др.

Изменение физико-химических условий в экосистеме сказывается на жизни обрастания. Часть животных, не выдержав этих изменений, выпадает из ценоза, другие же при оптимальных условиях достигают расцвета в развитии. Многие обрастатели (мидия, баланус) обладают высокой репродуктивной способностью, что позволяет им сохранить своё место в ценозе при конкретных условиях.

Обрастание как один из компонентов морской экосистемы тесно связано с гидрохимией, физикой моря: оно развивается, откликаясь на вышеприведенные изменения в них, в то же время является и индикатором этих изменений.

Итак, по качественному и количественному составу обрастания можем судить об изменениях абиотических и биотических факторов среды.

1. Если субстрат покрыт тонкой слизистой плёнкой и невооружённому глазу не видно никакого обрастание, значит, субстрат выставлен в море в зимний, ранневесенний или позднесенний период. Под микроскопом увидим лишь бактериально-водорослевую плёнку, состоящую из бактерий и мелких водорослей, чаще диатомовых.
2. Субстрат покрыт толстой слизистой плёнкой, не видно макрообрастания. В плёнке обнаружены бактерии, водоросли и отмечено начало оседания кругоресничных инфузорий – зоотамниев.

Период весенний. Температура воды в море может быть до +7-8 градусов С, или конец осени с такой же приблизительно температурой.

3. По субстрату расстилаются столоны гидроида и рассеяны маленькие домики (диаметром 1-2 мм) баланусов.
По этому обрастанию мы узнаём, что в море вода прогрелась до t 14-15 градусов С (обычно в мае), когда началось интенсивное оседание планул (личинок) гидроида и личинок балануса.

Дальнейшее разрастание популяций этих видов покрывает субстрат полностью, а при недостатке площади, идёт многослойное, многоярусное прикрепление и рост [10]. Солёность ниже 14 ‰.

4. На субстрате отмечено оседание личинок баланусов и мидий. Температура воды 15-18 градусов С (май-июнь). Особи (личинки) этих видов заселяют поверхность субстрата почти в одно и то же время, поэтому жёсткая межвидовая конкуренция за место прикрепления и рост. Личинки мидий занимают до 2000 экз / кв.дм площади и растут быстрее, покрывая сплошной «щёткой» субстрат, баланусы могут занять второй и последующие ярусы или покрыть небольшой процент оставшейся, не занятой мидиями, площади.

Такой вариант оседания наблюдается, когда солёность в море выше 14‰. В Азовском море, в нашем районе исследований максимальная солёность зафиксирована 14,92 ‰, в 1 периоде, так как ниже 14‰ не происходит вылупление личинок [11] и, разумеется, не может быть и их оседания.

5. На субстрате рассеяны выросшие домики баланусов, некоторые домики пустые, т.е. рачки вымерли. Такой может быть популяция баланусов, если в море высокая температура воды (26-28град. С) и уменьшилось количество растворённого кислорода (до 4-2 мг / л). Эти животные требовательны к содержанию кислорода в воде, при его уменьшении не происходит вылупления, а взрослые особи гибнут [12, 13]

В наших условиях было отмечено уменьшение кислорода до: 4,60 мг / л (43% насыщения) в поверхностном слое, и до 4,18 мг /л (40% насыщения) у дна. – в 1 периоде.

6. Оброст состоит из одних гидроидов, длина столонов 300 – 350 мм, биомасса до 30 кг / кв.м.

Такие колонии хорошо развиваются на гидротехнических сооружениях в начале сети водоснабжения в системе морского водопровода комбината «Азовсталь». Поступление большой массы воды из моря доставляет обильное количество пищи (особенно копепод) растущим колониям гидроида и благоприятный кислородный режим содействуют развитию и накоплению биомассы гидроидов.

Пример.

В Азовском море развитие сцифоидных медуз достигло 13,6 млн. т [14]. До 1982 г. они исчезают, а с 1988 г. отмечено появление гребневика, запасы которого составили 19-23 млн. т сырого веса [9].

В зоопланктоне ракообразные (главная пища гидроида):

В 1971 г. (до появления сцифоидных медуз и гребневика) 53900 экз / куб. м, или 2090.2 мг / куб. м., в 1991 г., после выедания зоопланктона медузами и гребневиками ракообразных, - 12290 экз / куб. м, или 680 мг / куб. м

Такое резкое изменение в количестве зоопланктона сказалось и на популяции гидроида, когда к 2000-му году встречались редуцированные их отростки, или же на некоторых субстратах вообще не отмечено оседания гидроидов.

7. Субстрат, обследованный в мае – июне (когда обычно происходит оседание гидроидов), не имеет на поверхности гидроидов. Это значит, что в планктоне резко уменьшилось количество зоопланктона – пищи для гидроида. Взрослые гидроиды (хищники) не питаются и не способны размножаться. Такой период был отмечен при массовом развитии двух видов сцифоидных медуз, когда их биомасса достигла 14 млн т сырой массы [14].

Проникший в Азовское море гребневик, широко распространившийся в нём, также активно поедает зоопланктон. В 2000-м году на буях практически не было гидроидов, маленькие отростки были редуцированы и остановились в росте. Кроме биотического фактора – снижение численности и биомассы зоопланктона как пищи, немаловажную роль сыграл такой абиотический экологический фактор, как солёность. Минимальная солёность была 4,43‰. Вышедшие зоопланктон сцифоидные медузы, а позже и гребневик резко повлияли на популяцию гидроида, лишь на большом токе системы водоснабжения она сохранилась, и то в очень угнетённом состоянии.

Если в I периоде, до появления медуз и отсутствия гребневика гидроиды вырастали до 300 – 350 мм, то в III периоде длина столонов их уменьшилась до 60 мм, или на некоторых гидротехнических объектах вообще отсутствовали.

8. Данные солёности за 2010 -2012 гг. и анализ сообщества обследованных буев и приморских субстратов пирсов показали, что доминантами стали - баланусы и редко встречались гидроиды. Поскольку баланусы эвригалинны (0 – 60 ‰), они будут продолжать доминировать и в последующие годы, поскольку максимальная солёность за эти три последних года 12,62‰. Все образатели могут обитать в море, кроме мидии, для развития которой необходима солёность выше 14‰.

Отсутствие мидий не будет представлять угрозы для системы водоснабжения металлургического комбината «Азовсталь»

ЛИТЕРАТУРА

1. HENTSHEL E/Biologische Untersuchungen Uber den Tierischen undpflanzlichen Bewuchs un Hamburger Hafen Mitt. Naurist .Zool .Mus

- .Hamburg. – 1916. – 33. P.1 – 176.*
2. *Marine fouling and its prevention prepared for Bureau of ships Navy Department by Woods Hole Oceanographic Institution 'U.S. Naval Institute Annapolis, Mariland. -1952.*
 3. ТАРАСОВ Н.И. О морском обрастании // Зоол. журн.-1961.- 40. - № 4 С.477-489
 4. ЗЕВИНА Г.Б. Обрастания в морях СССР. М.:Изд-во МГУ. – 1972.- 214 с.
 5. РЕЗНИЧЕНКО О.Г., СОЛДАТОВА И.Н., ЦИХОН-ЛУКАНИНА Е.А. Обрастание в Мировом океане // Зоол. беспозв. Итоги науки и техники. - М.:ВИНИТИ.1975.-Т.4.-120 с.
 6. БРАЙКО В.Д. Обрастание в Чёрном море. К.:Наукова думка.- 1985.- 123 с.
 7. РАИЛКИН А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания //Изд-во С-Петербургского ун-та.- СПб.- 1998.-270 с.
 8. ПАРТАЛЫ Е.М.Обрастание в Азовском море.- Мариуполь: «Рената».- 2003.- 378 с.
 9. ВОЛОВИК С.П.(Научный редактор). Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (*A.Agassiz*) в Азовском и Чёрном морях: Биология и последствия вселения.// Ростов –на –Дону.- 2000.- 497 с.
 10. ПАРТАЛЫ Е.М. К изучению вертикальной структуры биоценоза морского обрастания // Биол. моря.- 1980.- №4.- С.79 – 81.
 11. КИСЕЛЁВА Г.А. Исследования по экологии личинок некоторых массовых видов бентосных животных Чёрного моря // Автореф..дисс.... канд.биол.наук. Одесса. -1966.-20 с.
 12. *BARNES H/ The growth rate of Balanus balanoides (L) Oikas.- 1955.-6.-№2.*
 13. РЖЕПИШЕВСКИЙ И.К. Размножение баланусов на Восточном Мурмане // Автореф.дисс. ... канд.биол.нвук.-М..1963. – 25 с.
 14. БРОНФМАН А.М., ХЛЕБНИКОВ Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. –Л.: Гидрометеоиздат.- 272 с.