

УДК 594:1.3. 591.55

ГАЛИНА АНДРЕЕВНА ШКЛЯРЕВИЧ

доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии
и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ
gash@psu.karelia.ru

СООБЩЕСТВА МИДИЙ НА ЛИТОРАЛИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

В статье приведены данные по численности и биомассе массового вида-эдификатора *Mytilus edulis*, играющего большую роль в экосистеме Белого моря. Исследования проводились на двух участках литорали в течение 2005–2008 годов. Выявлены довольно значительные межгодовые колебания численности и биомассы всех беспозвоночных изучаемых сообществ, отмечены годовые изменения среды их обитания.

Ключевые слова: двустворчатый моллюск мидия, сообщество, индекс разнообразия, литораль

Исследования *Mytilus edulis* L. и сообществ, образуемых этим моллюском, составляют в настоящее время одно из важных и приоритетных направлений в изучении естественных процессов, происходящих в экосистемах беломорских мелководий.

Мидия, являясь массовым двустворчатым моллюском-фильтратором, играет одну из самых значительных ролей в экологии Белого моря [3], [9], [1], поэтому существует огромное количество публикаций, посвященных биологии и экологии этого моллюска. Однако исследованиям литоральных поселений мидий посвящено относительно небольшое количество работ [5], [7], [8]. Межгодовые колебания количественных показателей *Mytilus edulis* также все еще остаются слабо исследованным разделом ее экологии. Понимание причин межгодовой динамики плотности и биомассы мидии в литоральных ее поселениях невозможно без исследования закономерностей феномена видового разнообразия сообществ, образующихся вокруг этого вида-эдификатора.

Цель нашей работы – выполнить описание сообществ литоральной мидии, проследить из-

менчивость количественных показателей эдификатора и членов образуемых им сообществ в пространстве и времени.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в мелководной части акватории, осушаемой во время отливов, – на литорали Кандалакшского залива Белого моря, входящей в состав Кандалакшского государственного природного заповедника (рис. 1).

Исследования проводились по общепринятой в различных модификациях методике количественных гидробиологических работ [4], [12].

Жирной линией выделена материковая и островная территория, серым цветом – акватория Кандалакшского государственного природного заповедника.

Места для мониторинговых межгодовых исследований представляют собой плоские участки песчано-каменистого грунта разной степени заиленности с более или менее равномерными плотными локальными поселениями *Mytilus edulis*



Рис. 1. Картограмма района исследований

размером 100–400 м² в нижнем горизонте литорали. Пробы собирались ежегодно в первой половине июля. Размер пробной площади составлял 0,1 м². На каждом участке ежегодно бралось по 5 проб, место их сбора определялось случайным образом. Грунт с пробных площадей выбирался до глубины 15–20 см с целью наиболее полного учета всех, в том числе инфаунных организмов. С поверхности камней все животные осторожно и тщательно срезались скальпелем. В полевых условиях проводилась первичная обработка проб: грунтовая часть проб промывалась морской водой через сито с ячейей 1 мм², все животные разбирались по видам, подсчитывались и после обсушивания на фильтровальной бумаге взвешивались. Животные с массой до 500 мг взвешивались на торсионных весах с точностью до 0,001 г, остальные беспозвоночные – на аптекарских весах с точностью до 0,01 г. Моллюски и усоногие раки-балянусы взвешивались вместе с раковиной и домиком. Большинство беспозвоночных были определены до вида, трудно идентифицируемые животные – до более высоких таксономических рангов.

Местообитания в обеих точках исследования (рис. 1) довольно значительно отличаются друг от друга по степени прибойности, гидродинамике во время приливо-отливных процессов, а также некоторыми зависящими от этого гидрохимическими параметрами водных масс и состава грунта.

Участок 1 расположен на литорали юго-восточного мыса о. Ряшкова, который входит в состав Северного архипелага островов. Этот район относительно открытый и поэтому он подвержен довольно значительному гидродинамическому воздействию вод, так как расположен в отдалении от отдельных групп островов и с двух сторон от него находятся Восточная и Западная Ряшковские Салмы, ширина которых колеблется от 1 до более 2 км с глубинами до 25 м.

Участок 2 расположен на заповедной литорали материковой части Турьего мыса – самого глубоководного района, поблизости от побережья этого мыса находится максимальная глубина Бе-

лого моря – 340 м. Участок 2 обращен к открытому морю и совсем не прикрыт ни островами, ни мелями, поэтому здесь наблюдается самая высокая степень гидродинамической активности.

В осенне-зимне-весенний период во время становления и разрушения ледового покрова исследуемые биотопы подвергаются его механическому воздействию (частично разрушающему путем прореживания мидиевые поселения и их сообщества) по возрастающей в следующем порядке местообитаний мидий: Ряшков, Турьин мыс и в обратном порядке по степени распреснения при весенних процессах ледотаяния и материкового стока.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследования показали, что сообщества мидий, обитающих на о. Ряшкове, состоят из 14, а на Турьем мысу – из 12 видов и групп беспозвоночных (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Средние численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) организмов макрозообентоса, составляющих сообщество *Mytilus edulis* на юго-восточном мысу о. Ряшкова

Вид	Год							
	2005		2006		2007		2008	
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Turbellaria</i> g. sp.	20	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Nemertini</i>	0	0	0	0	20	1	0	0
<i>Lineus</i> sp.	0	0	40	0,9	0	0	50	2,4
<i>Nematodes</i> g. sp.	320	0,3	0	0	20	0,1	475	0,5
<i>Oligochaeta</i> g. sp.	3580	19,1	1480	3,4	4000	15,2	1100	8,6
<i>Semibalanus balanoides</i>	0	0	0	0	0	0	800	66,2
<i>Yera albifrons</i>	120	0,3	0	0	0	0	175	2,7
<i>Gammarus</i> sp.	1280	19,8	40	2,5	920	44,5	250	42,6
<i>Littorina littorea</i>	0	0	0	0	0	0	25	5,2
<i>Littorina obtusata</i>	20	2,7	300	50,6	400	44,9	1150	66,6
<i>Littorina saxatilis</i>	760	86,3	20	2,4	700	61,8	525	66,4
<i>Hydrobia ulvae</i>	140	1,3	1400	4,3	1440	12,1	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	13060	9108	12980	3528	18980	5530	16650	6163
<i>Maccoma baltica</i>	860	101,4	100	37,6	220	31,3	100	7,7

Таблица 2

Средние численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) организмов макрозообентоса, составляющих сообщество *Mytilus edulis* на Турьем мысу

Вид	Год							
	2005		2006		2007		2008	
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Turbellaria</i> g. sp.	0	0	0	0	0	0	120	0,4
<i>Lineus</i> sp.	0	0	0	0	40	0,5	20	0,1
<i>Nematodes</i> g. sp.	420	0,3	340	0,2	60	0,4	700	0,6
<i>Polydora quadrilobata</i>	0	0	200	0,8	0	0	820	2,5
<i>Fabricia sabella</i>	0	0	0	0	0	0	80	0,7
<i>Oligochaeta</i> g. sp.	5720	19,7	1460	6,7	1240	6,3	3280	12,5
<i>Gammarus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	20	3,6
<i>Littorina obtusata</i>	0	0	140	8,3	180	3,6	760	51,5
<i>Littorina saxatilis</i>	900	18,5	1540	34,9	900	23,7	500	20,7
<i>Hydrobia ulvae</i>	0	0	0	0	0	0	60	0,2
<i>Mytilus edulis</i>	18320	3075	13580	2780	21480	3619	32400	4828
<i>Macoma baltica</i>	0	0	20	1,8	0	0	20	0,1

Как видно из табл. 1 и 2, виды и группы макрозообентоса, входящего в состав исследованных сообществ, очень сильно различаются по своей значимости. *Mytilus edulis* является руководящим или доминантным. Его количественные показатели на порядок и более превосходят плотность и биомассу всех других членов сообществ. Субдоминантными видами сообщества *Mytilus edulis* на о. Ряшкове являются: *Oligochaeta* g. sp.; *Gammarus* sp.; *Littorina obtusata*; *Littorina saxatilis*; *Hydrobia ulvae* и *Macoma baltica*, на Турьем мысу – *Nematodes* g. sp.; *Oligochaeta* g. sp.; *Littorina saxatilis*. К числу второстепенных видов сообществ мидий на о. Ряшкове относятся: *Lineus* sp.; *Nematodes* g. sp.; *Yera albifrons* и *Hydrobia ulvae*, на Турьем мысу – *Lineus* sp.; *Polydora quadrilobata*; *Littorina obtusata*, *Macoma baltica*. Остальные виды являются случайными. Приведенная иерархия видов и групп традиционна [11].

Значение отдельных видов в исследуемых сообществах кроме структурной иерархической значимости должно определяться их ролью в функционировании экосистемы или в ее главной продукционной составляющей. Но при исследовании морских мелководных сообществ установить конкретную функциональную роль видов и отдельных трудно определяемых групп беспозвоночных нелегко, если об их значении судить только по численности и биомассе. Для этого необходимо выполнить анализ биоразно-

образия, а также равномерности распределения биомассы и количества видов (J) в сообществе. Для этих целей подходит информационный индекс разнообразия (H) К. Шеннона [10].

Таблица 3

Информационный индекс разнообразия (H), индекс равномерности распределения биомассы (J) и количество видов (N) в исследованных сообществах *Mytilus edulis*

Местообитание	H	J	N
О. Ряшков, юго-восточный мыс	0,3	0,08	14
Турый мыс	0,53	0,15	12

Таким образом, индекс разнообразия сообществ, обитающих в различных географических точках, расположенных примерно в 120 км друг от друга, неодинаков, он колеблется от 0,3 до 0,53 бит.

Сравним наши данные с литературными (усредненными по Кандалакшскому и Онежскому заливам), полученными А. И. Бабковым и А. Н. Голиковым [2] для сообществ *Mytilus edulis*, обитающих на глубине от 1 до 40 м. Число видов в этих сублиторальных сообществах (зообентоса + мейобентоса) составляет в среднем 30 ± 10 при относительно невысоком индексе видового разнообразия (0,9–1,9 бит).

Теперь посмотрим, как изменяются основные биомониторинговые показатели вида-эдификатора и всех остальных членов сообщества во времени (рис. 2). Как показано на рис. 2, характеристики средней биомассы *Mytilus edulis* и суммарной биомассы всех остальных беспозвоночных – членов сообществ довольно значительно варьируют во все годы наших исследований.

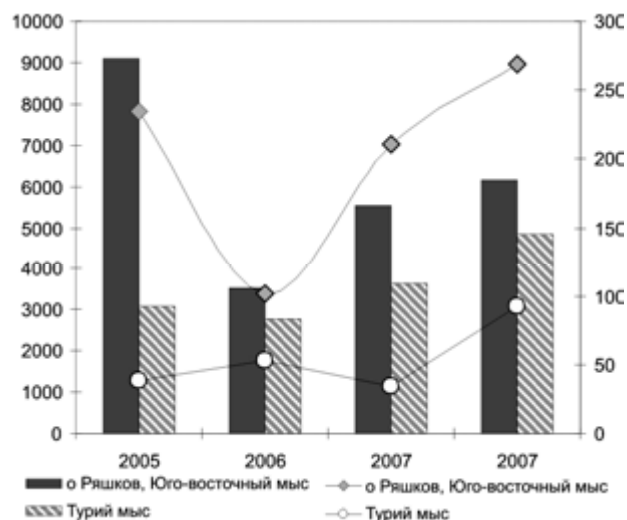


Рис. 2. Межгодовые колебания средней биомассы (г/м²) *Mytilus edulis* (гистограмма) и суммарной биомассы всех остальных беспозвоночных – членов сообществ на исследованных участках (кружки и квадраты)

Большую роль в формировании межгодовых и хорологических колебаний количественных показателей мидий играют физические факторы ледового покрова (имеющие разреживающее значение для мидиевых банок). В исследуемых нами поселениях ледовый покров вырывает вмержшие в нижнюю часть льда, лежащего на литораль во время отливов, отдельные фрагменты сообществ *Mytilus edulis* и при подвижках в осенне-весенний период уносит их за пределы сообществ. При этом образуются пятна – окна «чистого» грунта (самого разного размера и формы), освободившегося от обрастания мидиями. Через эти окна происходит вымывание накопившихся илов с токсичным H_2S , что является положительным процессом восстановления оптимальных условий биотопа мидиевого биоценоза [6]. По краям таких окон во второй половине июля мы ежегодно наблюдали агрегированные скопления спата в увеличивающемся количестве по возрастающей прореживающего действия фактора ледового покрова в следующем порядке местообитаний мидий: о. Ряшкво, Турый мыс.

Таким образом, межгодовая изменчивость биомассы мидий в их плотных поселениях зависит от ряда абиотических факторов окружающей среды, а также от биотических внутри- и межвидовых отношений. Из абиотических факторов самое существенное влияние на биомассу *Mytilus edulis* оказывает различная ледовая ситуация в осенне-зимне-весенние периоды и колеблющаяся термо-галинная составляющая гидрологического режима в разные годы и в разных участках Кандалакшского залива Белого моря.

В обоих исследованных местообитаниях на биомассу *Mytilus edulis* практически в одинаковой степени действует фактор хищничества морских звезд *Asterias rubens*. В одном из них – на о. Ряшкве – мидий кроме звезд активно и в больших количествах поедают различные многочисленные морские птицы [3], [9] и рыбы [1]. На Турьем мысу пресс хищников-птиц и рыб значительно слабее и мидиевые поселения разреживаются в большей степени льдом. В обоих участках восстановление элиминированной части поселений мидий и их сообществ происходит за счет регулярно оседающей из планктона мидий различных беспозвоночных.

Все исследуемые участки мидиевых поселений находятся в охраняемой акватории заповедника, где множество самых различных видов (от беспозвоночных до рыб, птиц и крупных млекопитающих) многочисленных животных образуют гильдию использующих плотные мидиевые поселения в качестве трофического компонента экологической ниши.

Хищническая деятельность всех членов «мидиевой» гильдии и прореживающее воздействие ледового покрова в течение 4 лет оказывали положительное омолаживающее влияние на исследованные мидиевые поселения и их сообщ-

ества. При отсутствии аналогичного влияния таких факторов естественные сукцессионные процессы приводят к старению мидий и, в конечном счете, к полной гибели этих сообществ.

Mytilus edulis – эдификатор, то есть вид с сильно выраженной средообразующей способностью. Можно сказать, что он кондиционирует условия непосредственно окружающей сообщество среды. Межгодовые колебания средней биомассы вида-эдификатора *Mytilus edulis*, естественно, сильно влияют на соответствующие временные флуктуации всех членов сообществ. Рис. 2 иллюстрирует довольно четко выраженную прямую зависимость суммарной биомассы всех беспозвоночных – членов сообществ от средней биомассы *Mytilus edulis*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Mytilus edulis, обитающая на литорали Кандалакшского залива Белого моря, часто образует сплошные плотные поселения. При этом вид является эдификатором с сильно выраженной средообразующей способностью к кондиционированию условий непосредственно окружающей своей биоценоз среды. Исследованные сообщества мидий состоят из 12–14 видов и групп беспозвоночных, индекс разнообразия сообществ, обитающих в различных географических точках, колеблется от 0,3 до 0,53 бит.

Основой выявленных нами межгодовых динамических процессов являлись закономерные изменяющиеся абиотические (климатические) факторы окружающей среды, а также внутри- и межвидовые взаимоотношения мидий и их сообществ на литорали Кандалакшского залива. Все закономерно изменяющиеся факторы среды в пространстве и во времени являются инициаторами развития явления биоразнообразия как в целом сообществе, его иерархической, структурной и функциональной характеристиках, так и в его составляющих – популяциях видов. Отдельные популяции видов (или их части – поселения) должны постоянно и непрерывно адаптироваться в двух направлениях. Во-первых, они должны, балансируя на грани толерантности и резистентности своих экологических возможностей, выживать в меняющейся среде, а также передавать информацию о все более и более успешных адаптациях очередному поколению. Во-вторых, они должны адаптироваться к более оптимальному взаимодействию с другими видами в сообществе. Обе группы адаптаций должны развиваться вместе, так как сообщества являются средой, в которой виды должны выживать и эволюционировать.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.» (грант 3832).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров В. В. Питание рыб на литорали острова Ряшкова и Лодейного в Белом море // Труды Кандалакшского государственного заповедника. Воронеж: Книжное изд-во, 1963. Вып. 4. С. 35–53.
2. Бабков А. И., Голиков А. Н. Гидробиокомплексы Белого моря. Л.: Изд-во Зоологического ин-та АН СССР, 1984. 103 с.
3. Бианки В. В., Бойко Н. С., Нинбург Е. А., Шкляревич Г. А. Питание обыкновенной гаги Белого моря // Экология и морфология гаг в СССР. М.: Наука, 1979. С. 126–170.
4. Кусакин О. Г. Население литорали // Океанология. Биология океана. Биологическая структура океана. Т. 1. М.: Наука, 1977. С. 174–178.
5. Луканин В. В., Лангуев Н. К. Распределение и экология локального поселения мидий (*Mytilus edulis* L.) на беломорской литорали // Экологические исследования перспективных объектов марикультуры фауны Белого моря. Л.: Изд-во Зоологического ин-та АН СССР, 1982. С. 17–24.
6. Луканин В. В., Наумов А. Д., Федяков В. В. Поселения мидий: постоянное непостоянство // Природа. 1990. № 11. С. 56–62.
7. Максимович Н. В., Герасимова А. В. Долговременный мониторинг литоральных поселений двусторчатых моллюсков (Molluska, Bivalvia) в губе Чула (Белое море) // Морские и пресноводные биосистемы севера Карелии. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. С. 95–120.
8. Максимович Н. В., Максимович А. Н., Герасимова А. В. Об организации поселений мидий *Mytilus edulis* L. в условиях литорали Белого моря // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2003. Вып. 4 (№ 27). С. 44–53.
9. Перцов Н. А., Флинт В. Е. Питание гаги Кандалакшского заповедника и роль ее в динамике литоральной фауны // Труды Кандалакшского государственного заповедника. Воронеж: Книжное изд-во, 1963. Вып. 4. С. 7–28.
10. Шеннон К. Математическая теория связи // Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1963. С. 243–332.
11. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. Кн. 1. М.: Наука, 2005. 281 с.
12. Шкляревич Г. А. Межгодовая динамика массовых видов бентоса на литорали островов Кандалакшского залива Белого моря // Биология моря. 1980. № 5. С. 26–32.