



УДК 594.124:591.134:551.621(262.5)

**А. П. Золотницкий**, докт. биол. наук, гл. науч. сотр.

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО), Керчь, Украина

### О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.), ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА РАЗНЫХ ТИПАХ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ

Исследованы закономерности протекания продукционных процессов в популяциях мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), выращиваемых на разных типах искусственных субстратах - коллекторах. Показано, что амплитуда и скорость продуцирования биомассы мидии в значительной степени определяются архитектурой искусственных субстратов, а также начальной плотностью осевшего спата. Дана количественная характеристика продукции, элиминации и стационарной биомассы (урожая) моллюсков в процессе их культивирования в различных районах Черного моря.

**Ключевые слова:** мидия, популяция, продукция, элиминация, искусственный субстрат, Черное море

Исследование продукционных процессов в популяциях различных видов гидробионтов традиционно является одним из центральных вопросов общей экологии и гидробиологии [1, 4, 5]. Необходимость и важность этого показателя при изучении баланса вещества и энергии в экосистемах убедительно показана в многочисленных исследованиях на животных разных систематических групп [1, 2, 4, 5, 7, 9].

Вместе с тем, эффективность продуцирования биомассы является одним из наиболее важных критериев отбора и целесообразности коммерческого выращивания того или иного вида организма, что позволяет строить оптимальную стратегию эксплуатации того или иного объекта марикультуры. Скорость продуцирования биомассы представляет большой интерес также в связи с воздействием крупномасштабной марикультуры на окружающую среду, в частности, с т. н. вторичным загрязне-

нием, которое может существенно ограничивать массовое культивирование гидробионтов [10, 19]. Кроме того, значение продукции является важнейшим компонентом энергетического баланса, характеризующим поток энергии, проходящий через популяцию мидий на коллекторах, определение величины которой необходимо для оценки роли мидиевой культуры в эксплуатируемой экосистеме, а также при расчетах потенциальной мощности марикультур в том или ином районе моря.

Число исследований, посвященных определению продукции популяций мидий в процессе их выращивания на коллекторах, в настоящее время сравнительно невелико [7, 10, 16 – 18, 20, 22], причем подавляющее их большинство выполнены на *Mytilus edulis*. Работы по продукции популяций *Mytilus galloprovincialis* Черного моря, выращиваемых на коллекторах, практически отсутствуют.

В задачу настоящей работы входило исследование закономерностей продукционных процессов и оценка соотношения между величиной чистой продукции (урожаем на корню) и биомассой элиминированных особей в популяциях черноморской мидии, выращиваемых на разных типах искусственных субстратов в Черном море.

**Материал и методы.** Культивирование мидий проводили на гидробиотехнических сооружениях (ГБТС) – линейных и непрерывных носителях конструкции ЮгНИРО [10]. Для выращивания моллюсков использовали, в основном, 3 типа искусственных субстратов, отличающихся между собой размерами, геометрической формой и относительной поверхностью субстрата. Структурной единицей 1-го типа коллектора служили пенопластовые пластины (80 x 30 x 80 мм). Субстратом 2-го типа являлись округлые пенопластовые шашки ( $D = 70$ ,  $H = 20$  мм), на 3-м типе – элементы в виде куба (70 x 70 x 40 мм). Кроме того, в отдельных случаях использовали 4-й тип коллектора, модулем которого служили полипропиленовые наплава бочковидной формы ( $d = 170$ ,  $H = 195$  мм). Площадь субстратов определялась по элементарным геометрическим формулам. Величину поверхности шашек субстратов 2-го и 4-го типов определяли по формуле площади цилиндра:  $S = 2\pi R (H + R)$ , где  $R$  – его радиус,  $H$  – высота; 1-го типа – по формуле параллелепипеда:  $S = 2 \cdot (a + b + c)$ , где  $a$ ,  $b$  и  $c$  – соответственно длина, ширина и высота ребер; 3-го типа субстрата – по формуле куба:  $S = 6 \cdot a$ . При расчете площади коллектора также учитывали площадь поверхности фала, к которому крепились шашки, по формуле  $S = 2 \pi RH$ .

Для характеристики архитектоники искусственных субстратов нами введен безразмерный коэффициент  $\omega$ , равный отношению площади данного типа субстрата ( $S$ ) на 1 погонном метре (пм) коллектора к стандартной площади  $S_0$ , равной  $1\text{ м}^2$  ( $\omega = S/S_0$ ). Соответственно значение  $\omega$  на коллекторе 1-го типа со-

ставляло 0.09, 2-го – 0.21, 3-го – 0.34, 4-го – 0.55. Заметим, что коэффициент  $\omega$  численно равен отношению площади ( $S$ ), отнесенной к длине ( $L$ ) субстрата ( $S/L$ ), но выражен в безразмерной форме.

Материал по выращиванию мидий собирали в 1983 – 1990 и 1994 – 1998 гг. на опытных или опытно-промышленных мидиевых плантациях, установленных в мелководных районах (7 – 8 м) Керченского пролива, озера (лимана) Донузлав (западное побережье Крыма) и Тендровского залива (северо-западная часть Черного моря). Постановка коллекторов осуществлялась весной – в апреле – мае на глубине 2 – 4 м от поверхности воды, продолжительность выращивания составляла 16 – 17 мес. Сбор проб моллюсков с указанных ГБТС осуществляли с интервалом 0.9 – 1.5 мес. с помощью водолазов. Мидий очищали от обрастания и ила, после чего взвешивали. Затем с каждой выборки брали пробы, обычно 150 – 200 экз., которые распределяли по размерным группам с интервалом 5 или 10 мм, после чего составляли вариационные ряды. Численность и биомассу мидий из каждой размерной группы пересчитывали на 1 погонный метр ( $N/L$  и  $B/L$ ) или  $1\text{ м}^2$  субстрата ( $N/S$  и  $B/S$ ). Продукцию моллюсков на коллекторах за данный период времени ( $P_t$ ) определяли методом Бойсен-Йенсена [1, 5] по уравнению:  $P_t = V_{t+1} - V_t + V_e$ , где  $V_t$  и  $V_{t+1}$  биомасса моллюсков за время от  $t$  до  $t + 1$  соответственно,  $V_e$  – биомасса элиминированных (погибших и опавших с коллекторов) особей за данный промежуток времени. Биомассу элиминированных моллюсков определяли по формуле:  $V_e = 1/2 \cdot (W_{t+1} - W_t) \cdot (N_t + N_{t+1})$ . Интегральную величину продукции (т.е. образованную за весь цикл выращивания суммарную биомассу моллюсков на субстрате) находили суммируя значения продукции за отдельные отрезки времени за весь период выращивания:  $P_{\Sigma} = \sum P_t$ .

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерных ста-

тистических программ «Statgraphics», «Microcal Origin-40» и электронных таблиц «Excel».

**Результаты и обсуждение.** Изучение продукционного процесса показало, что его динамика на разных типах искусственных субстратов заметно различалась. Условно характер

этих изменений можно разделить на 3 типа, или разновидности.

Наиболее часто изменения продуцирования биомассы характеризовались своеобразными ритмическими колебаниями, с постепенно уменьшающейся амплитудой (рис. 1, кривая 1).

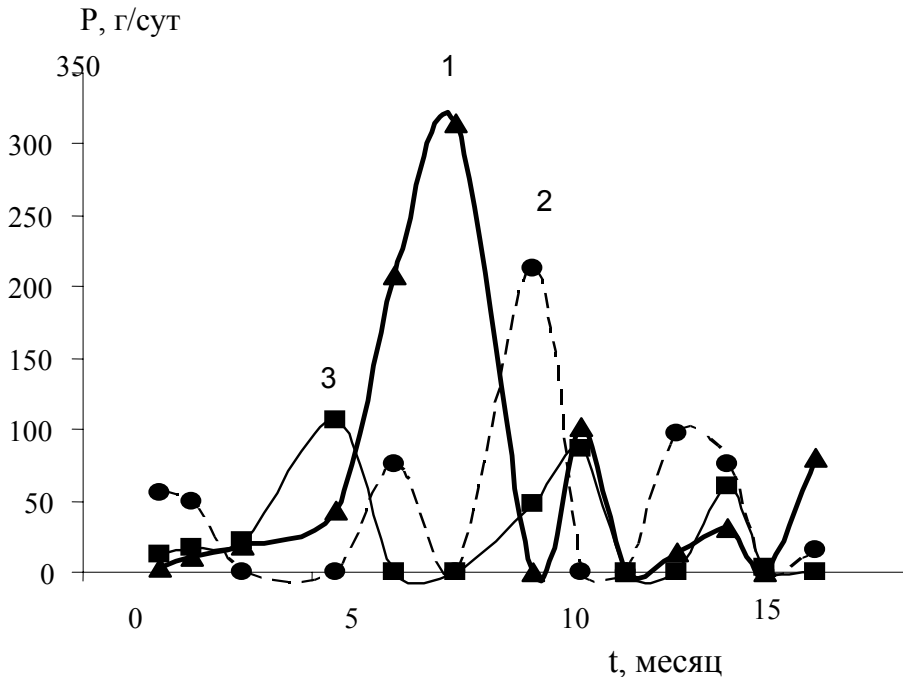


Рис. 1. Изменение суточной продукции в популяциях мидии при выращивании на разных типах коллекторов

Fig. 1. Change of daily production in mussel populations during cultivation on different types of collectors

Максимумы биопродуцирования были приурочены к весеннему и осеннему периодам. В это время биомасса мидий на коллекторах заметно превышала стационарную (квазиравновесную) величину. Минимумы продукции и в то же время максимумы элиминации обычно приходились на зиму и лето, когда наиболее важные экологические факторы – температура и соленость, а также трофические условия находились на границе биокинетической зоны для этого вида. Наиболее часто такая динамика продуцирования биомассы наблюдалась на 1-ом типе коллектора ( $\omega = 0.09$ ), когда плотность осевшего спата была более 500 экз./м. На этом субстрате также наблюдалась наиболее высокая индивидуальная скорость роста мидии – средние размеры особей за один и тот же период экспозиции были выше, чем на других коллекторах. После снижения биомассы в популяции воз-

растала скорость индивидуального роста оставшихся на коллекторе особей, а освободившаяся после элиминации мидий площадь субстрата давала возможность дополнительного оседания новых генераций моллюсков, скорость роста которых была выше, чем у оставшихся на коллекторе моллюсков.

Несмотря на то, что наиболее крупные особи мидиевого ценоза подвергались элиминации, значительная часть биомассы моллюсков первой когорты оставалась на коллекторе. Анализ показал, что на субстратах этого типа биомасса элиминированных мидий достигала 80 % от общей величины продукции. И хотя на этом коллекторе были наименьшие значения стационарной биомассы (3 – 4 кг/м, при средней стационарной плотности 250 – 300 экз./м) [8], на нем наблюдалась наибольшая удельная продукция – значения P/B-коэффициента за

цикл выращивания в среднем составляли 4.43. Полученные данные показывают, что значение продукции на искусственном субстрате 1-го типа определялось как высокой скоростью роста отдельных особей, так и их интенсивной элиминацией. Таким образом, после возрастания темпа роста моллюсков, обусловленного благоприятным термическим режимом и/или трофическими условиями, популяция мидии реагировала сравнительно быстрым возрастанием биомассы, после чего следовало увеличение доли элиминированных моллюсков. Однако, поскольку с возрастом и увеличением индивидуальной массы темп роста мидий замедлялся, это приводило к постепенно затухающим колебаниям величины продукции популяции (рис. 1, кривая 1). В тех случаях, когда плотность была ниже 500 экз./м, колебания продукции характеризовались одновершинной кривой, поскольку ее значение зависело лишь от скорости роста отдельных особей, которая по мере увеличения средней массы непрерывно снижалась.

Заметно отличался процесс продуцирования биомассы мидий на коллекторах с большей относительной площадью ( $\omega = 0.21$ ). Общий характер изменений продукции и элиминации на них был сходен с таковым 1 типа коллектора: как правило, вслед за возрастанием продукции моллюсков следовало увеличение доли элиминированных особей. В то же время динамика процесса не имела столь тесной связи с сезонными явлениями (тип 2), как на предыдущем типе субстрата (рис. 1, кривая 2). В частности, в зимний период, несмотря на ухудшение трофической базы и штормы, на этих типах коллекторов не наблюдалось столь массового опадания моллюсков, как на 1-ом типе коллектора; этот процесс, в основном, приходился на конец весны или начало лета. Именно в это время на коллекторах формировалась биомасса, резко превышающая стационарную величину (7 – 8 кг/м, при средней плотности 700 – 800 экз./м) [7], после чего следовало массовое опадание моллюсков. По-

видимому, большая плотность моллюсков на данном типе коллектора тормозила скорость индивидуального роста особей (т.н. «эффект группы»), что позволяло мидиевому сообществу осуществлять более плотную «геометрическую упаковку» меньших по размеру особей на субстрате.

На протяжении большей части цикла выращивания скорость продуцирования на 2-м типе коллектора по своим абсолютным значениям была выше и достигала  $214 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ , хотя относительная амплитуда колебаний значений продукции на нем была ниже, чем на 1-м типе коллектора. В то же время значения P/B-коэффициента за цикл выращивания на нем были заметно ниже, чем на 1-м типе коллектора, и в среднем, составляли 3.82. Следовательно, более высокое значение абсолютной продукции на нем была обусловлена большей численностью моллюсков на единице длины коллектора, но меньшей скоростью их индивидуального роста.

Таким образом, динамика продукционных процессов на 2-ом типе коллектора в большей степени, чем на 1-м типе субстрата, определялась внутривидовыми биотическими взаимоотношениями между моллюсками, которые, по-видимому, «сглаживали» ритмы продуцирования биомассы популяции мидии, обусловленные абиотическими факторами. Характерно, что в отличие от субстрата 1-го типа, элиминированная часть продукции в течение цикла культивирования на этом коллекторе была заметно меньше и составляла около 60 %. Следовательно, урожай, оставшийся на коллекторах, составлял около 40 % от всей продуцируемой в популяции биомассы.

Продукционные процессы на 3-м типе коллектора ( $\omega = 0.34$ ), были аналогичны таковым на 2-м типе субстрата в том случае, когда плотность осевшего спата не превышала 4 – 5 тыс. экз./м. При возрастании численности осевшей молодежи до 8 – 10 тыс. экз./м характер продуцирования в популяции заметно изме-

нялся (рис. 1, кривая 3), что было обусловлено различиями в его скорости и амплитуды. Уже через 4 – 5 месяцев выращивания биомасса на нем обычно заметно превышала стационарный уровень (9 – 11 кг/м при плотности 1500 – 1700 экз./м) [7], причем суточные значения продукции достигали  $314 \cdot \text{г} \cdot \text{сут}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Столь резкое увеличение скорости продукции популяции, как правило, происходило при сравнительно не-

большой скорости индивидуального роста: обычно средняя индивидуальная длина и масса мидии в это время обычно была меньше, чем на предыдущих типах коллекторов. В то же время, благодаря более высокой плотности осевшего спата на 1-ом погонном метре коллектора, интегральное значение продукции за цикл выращивания в это время было весьма значительным (рис. 2, кривая 3).

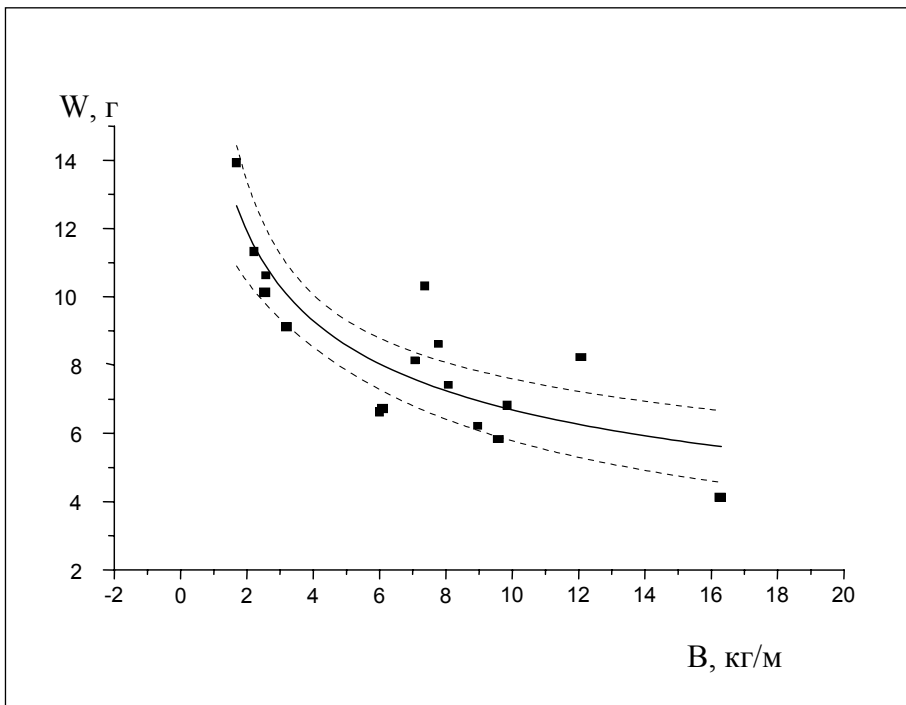


Рис. 2 Зависимость индивидуальной средней массы от общей биомассы мидии на коллекторах  
Fig. 2 Dependence of individual average weight on the general biomass of mussel on collectors

Зимой с понижением температуры воды и ухудшением трофических условий скорость продуцирования биомассы резко снижалась, при этом значительно возрастала элиминация моллюсков (опадание мидий с коллекторов). После этого значение продукции на протяжении всего последующего цикла выращивания оставалась сравнительно невысокой, хотя к осени она могла резко увеличиться. Значение  $P/B$ -коэффициента за 1.5-годовалый цикл выращивания на данном типе коллектора была еще ниже, чем на предыдущем и в среднем составило 3.22. В то же время значение чистой продукции было на этом типе коллектора самым высоким, – почти 50 % от общей величины.

На 4-м типе коллектора ( $\omega = 0.55$ ) нами проведен лишь один полный цикл культивирования, однако конечные результаты выращивания свидетельствуют, что с увеличением относительной площади субстрата на нем вначале имело место возрастание стационарной биомассы моллюсков (до 16.2 кг/м). Это обусловлено большей плотностью мидий (3.8 тыс. экз./м) при одновременном снижении среднего размера популяции.

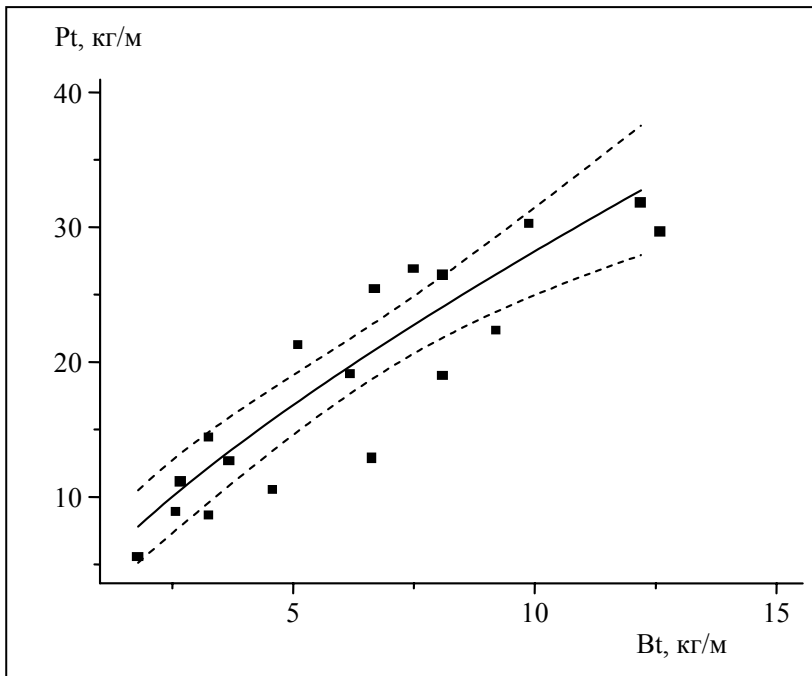
Выше нами неоднократно упоминалось о снижении темпа роста моллюсков по мере возрастания биомассы мидии на коллекторах, в связи с чем представляется целесообразным кратко остановиться на этом вопросе. Анализ

имеющихся данных показал, что с увеличением биомассы мидии средняя масса моллюсков устойчиво снижалась (рис. 2) Связь между этими показателями хорошо описывается аллометрическим уравнением, имеющим вид:

$$W = (15.3 \pm 1.39) B^{-0.36 \pm 0.057}, r = 0.95 \quad (1)$$

Поскольку за один и том же период выращивания средняя масса особей различалась, то очевидно скорость роста моллюсков по мере возрастания биомассы мидии на коллекторе снижается.

В связи с полученными данными пред-



ставляло интерес провести анализ связи продуктивности с биомассой урожая моллюсков на всех типах субстратов. Было обнаружено, что зависимость величины продукции от стационарной массы (урожая) мидий на коллекторах достаточно хорошо передается аллометрическим уравнением вида (рис. 3):

$$P = (4.35 \pm 0.57) \cdot B^{0.76 \pm 0.094}, r = 0.91 \quad (2)$$

Разделив левую и правую части уравнения (1) на В можно видеть, что по мере роста биомассы значение P/B-коэффициента снижается – коэффициент регрессии имеет отрицательное значение.

Рис. 3 Зависимость суммарной величины продукции (Pt) от стационарной биомассы (Bt) мидии на различных типах искусственных субстратов.

Fig. 3 Dependence of total size of production (Pt) from stationary biomass (Bt) of a mussel on various types of artificial substrates

Поскольку указанные типы коллекторов существенно отличаются друг от друга архитектурой и разной стационарной биомассой можно сделать вывод, что, в первую очередь, именно эти факторы обуславливают разную скорость продуцирования биомассы моллюсков на том или ином типе коллектора. Статистический анализ показал, что значения продукции одинаково тесно связаны как с биомассой мидий на коллекторе, так и его относительной площадью (рис. 4).

В частности общее количество продуцированной биомассы в зависимости от относительной площади искусственного субстрата ( $\omega$ ) описывается аллометрическим уравнением вида:

$$P = (56.622 \pm 2.76) \omega^{0.72 \pm 0.111}, r = 0.86 \quad (3)$$

Из уравнений 2 и 3 и рис. 3 видно, что связь продукции с биомассой и  $\omega$  хорошо описывается степенными функциями, коэффициенты регрессии которых имеют достоверно не

различающиеся между собой значения – 0,72 и 0,76 (рис. 3). Следовательно, полученные зависимости между отдельными биологическими показателями находят свое физическое истолкование в связи с геометрическими параметрами коллектора, используемого для культивиро-

вания мидий. Приведенные выше данные свидетельствуют, что мидиевый коллектор представляет собой специфическую биокосную систему, в которой косная компонента (искусственный субстрат) играет важнейшую роль в формировании ценоза обрастания [15, 16].

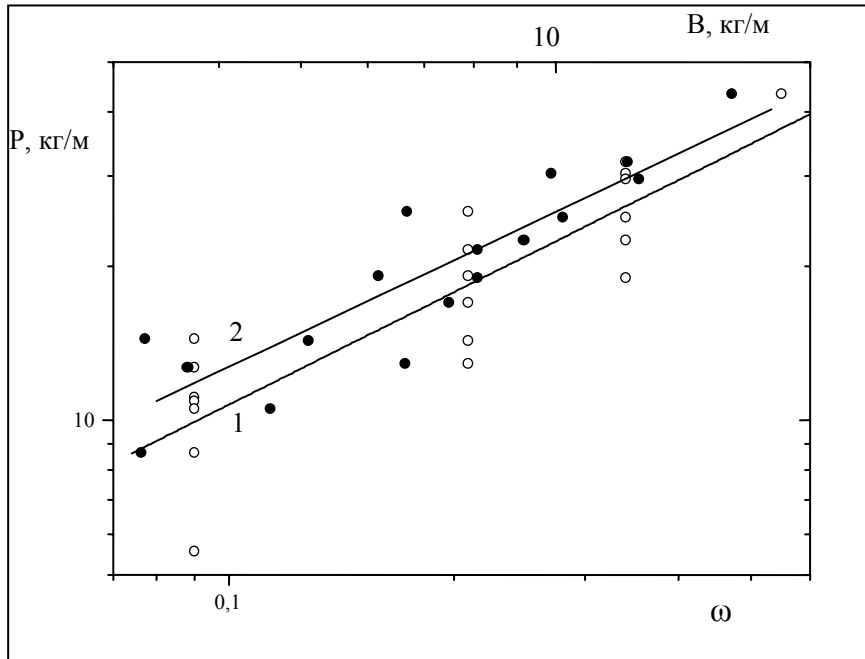


Рис. 4 Зависимость величины продукции биомассы от относительной площади (1 – светлые точки) и биомассы мидии (2 - темные точки) на коллекторах разного типа.

Fig. 4 Dependence of size of production on the relative area (1 - light points) and biomass of mussel (2 - dark points) on collectors of different type

Таким образом, изменяя архитектуру искусственного субстрата можно регулировать не только численность и биомассу [15, 16], но и скорости ее продуцирования популяцией мидии на коллекторах. В процессе выращивания происходят закономерные процессы авторегуляции численности и биомассы, обусловленные внутривидовыми биотическими отношениями между живыми организмами, которые, в свою очередь, зависят от архитектуры коллектора, т.е. размера, формы и соотношения геометрических параметров искусственного субстрата. Вместе с тем, важную роль в продукционном процессе играет начальная плотность осевшего спата моллюсков, которая может вносить существенные коррективы в интегральную величину образованной на коллекторах биомассы. Приведенные выше материалы по продукции популяций мидии на искусственных субстратах касались лишь Кер-

ченского пролива. Интересно было бы провести сравнительную оценку продуктивности в других районах Черного моря. К сожалению, данные по этому вопросу, за исключением единичных публикаций [6, 8], практически отсутствуют. Поэтому нами проанализированы лишь материалы, полученные ЮгНИРО и его Одесским отделением в оз. Донузлав и Тендровском заливе.

В табл. 1 приведены данные по кумулятивным значениям продукции, элиминации, урожаю и P/B- коэффициенту в течение цикла культивирования мидий в различных районах Черного моря. Из нее видно, что, несмотря на весьма существенные различия океанографических параметров, и трофических характеристик указанных районов [3, 10 – 12], продуктивность мидий, выращиваемых на одних и тех же типах коллекторов, близка между собой.

Табл. 1 Значения продукции (P) и элиминации (E) в популяциях мидии на различных искусственных субстратах в Керченском проливе, озере Донузлав и Тендровском заливе Черного моря  
 Table 1 Value of production (P) and elimination (E) of mussel populations on various artificial substrates in the Kerch Strait, lake Donuslav and Tendrovsky Gulf of the Black Sea

Район работ	Тип коллектора	P, кг/м	E, кг/м	P - E, кг/м	P/E - коэффициент
Керченский пролив	1	9.64 ± 1.96	6.82 ± 2.14	2.82 ± 0.38	4.43 ± 0.58
	2	16.64 ± 2.28	9.52 ± 2.88	7.12 ± 0.55	3.82 ± 0.48
	3	31,81 ± 2.94	21.85 ± 2.68	9.96 ± 1,44	3.27 ± 0.41
	4	43.3	27.1	16.2	2.88
оз. Донузлав	1	10.46	4.62	4.62	3.91
	3	29.64	15.98	12.66	2.96
Тендровский залив	2	12.84	6.19	6.65	3.32

Приведенные данные подтверждают сделанный вывод о том, что архитектура субстрата играет определяющую роль в формировании.

В связи с тем, что элиминированная часть продуцируемой биомассы (E) не изымается в виде урожая, а опадает на дно и учитывая ее возможный негативный эффект на биоценозы бентали, нами были обобщены мате-

риалы по интегральным значениям продукции и ее элиминированной части в течение цикла выращивания на разных типах субстратов. Анализ показал, что существует хорошо выраженная коррелятивная связь относительной доли элиминированных моллюсков с биомассой популяции мидии на различных типах коллекторов (рис. 5).

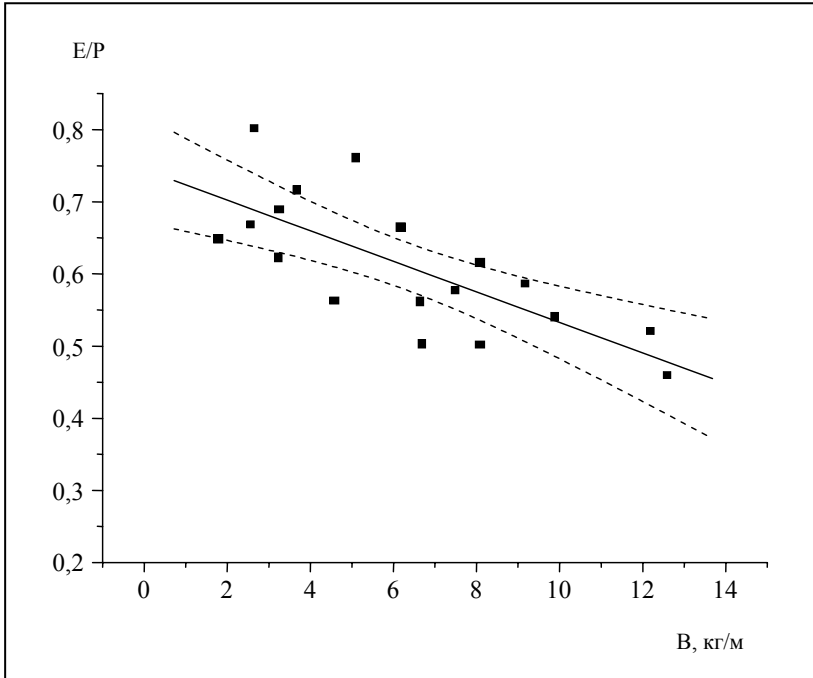


Рис. 5 Зависимость относительной величины элиминации (E/P) от биомассы (B) популяции мидии на коллекторах (штриховые линии – 95 % доверительный интервал)

Fig. 5 Dependence of relative size elimination (E/P) from biomass on collectors (B) mussels populations cultivation on the collectors (shaded lines – 95 % confidential interval)

Указанная связь хорошо описывается обычной линейной функцией, имеющей вид:

$$E/P = 0.74 - 0.18 \cdot B, r = 0.87 \quad (4)$$



Как видно из рис. 5 и уравнения (4), на субстратах со сравнительно небольшой стационарной биомассой (1 тип) в среднем элиминируется около 75 % от ее общего значения. По мере увеличения относительной площади коллектора (2 – 4 типов), значение элиминированной части уменьшается до 45 % от всей образованной биомассы. Суммируя полученные данные по всем типам коллекторов, можно видеть, что элиминация в среднем составляет около 60 % от образованной на них биомассы. Следовательно, при получении 1 т урожая моллюсков через 15 – 17 месяцев культивирования около 1.5 т образованной биомассы опадает на дно. Большая часть моллюсков, как правило, не находит на дне необходимых условий для своего существования, подвергается деструкции и минерализации, что может привести к существенному негативному влиянию на донные биоценозы.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что на каждом типе коллектора наблюдается закономерный характер развития мидиевого сообщества, обусловленный особенностями архитектуры искусственного субстрата и в то же время зависящий от биотических факторов среды.

В связи с полученными данными представляло интерес сравнить удельные скорости продуцирования биомассы мидии на искусственных субстратах с таковыми естественных поселений. По [5], удельная продукция при-

родных популяций мидий в среднем составляет  $0,0025 \text{ сут}^{-1}$ , т.е. Р/В-коэффициент за 16-месячный цикл выращивания составляет 1.2. Сопоставление этих данных с нашими материалами свидетельствует, что при выращивании моллюсков в условиях марикультуры удельная продукция в среднем в 3 раза выше, чем при росте мидий в естественном биотопе.

**Выводы.** 1. Амплитуда колебаний и скорость продуцирования биомассы в популяциях мидии, выращиваемых на коллекторах, в значительной степени определяется архитектурой искусственного субстрата и начальной плотностью осевшего спата. 2. Продукция мидий на коллекторах тесно связана с биомассой, зависимость между которыми описывается степенной функцией:  $P = 4.35 \cdot B^{0.77}$ . 3. С увеличением относительной площади коллектора и возрастания на нем биомассы мидий удельная продукция популяции моллюсков снижается в линейной зависимости. 4. При выращивании на коллекторах биомасса элиминированных мидий на коллекторах колеблется от 45 до 75 % от продуцируемой биомассы, в среднем составляя 60 % от ее общей величины. 5. Удельная скорость продуцирования популяций черноморской мидии, выращиваемых на коллекторах, в среднем в 3 раза выше, чем в естественных поселениях этого моллюска.

1. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. - Л.: Наука, 1989. – 178 с.
2. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. – Санкт-Петербург: Наука, 2000. – 147 с.
3. Вижевский В. И. Биологические основы промышленного культивирования мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря: автореф. дисс....канд. биол. наук. – Владивосток, 1990. – 24 с.
4. Винберг Г. Г. Энергетический принцип изучения трофических связей и продуктивности

- экологических систем // Зоол. журн. – 1962. – 41, 11. – С. 1618 - 1630.
5. Заика В. Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. - Киев: Наук.а думка, 1983. – 206 с.
6. Золотницкий А. П. Динамика численности, продукция и элиминация в популяции черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), выращиваемой на коллекторах // Экология. – 1990. - 5. - С. 46 - 51.
7. Золотницкий А. П. Экологические закономерности формирования урожая мидии при куль-

- тивировании в Черном море // Уч. зап. Таврического Национального университета, Симферополь. - 2001. - **14** (53). - С. 73 - 85.
8. Золотницький А. П., Вижевський В. І. Ріст і продукція мідій Керченського проливу // Біологія і культивування моллюсков. - М.: ВНИРО, 1987. - С. 80 - 87.
  9. Івлєв В. С. Елементи фізіологічної гідробіології // Фізіологія морських живих тварин. - М.: Наука, 1966. - С. 3 - 45.
  10. Крючков В. Г. Гідробіологічні споруди для мідійних господарств Азово-Чорноморського басейну. - М.: Сер. Аквакультура. - 1992. - Вып. 1. - 25 с.
  11. Кулаковський Э. Е. Біологічні основи марікультури мідій в Білому морі // Тр. Зоол. інституту РАН. - 2000. - 167 с.
  12. Маїтакова Г. П., Іванов А. І. Становлення кормової бази і попередні дані по живленню молоді мідій в Керченському проливі // Проблеми раціонального морського рибоводства і виробництва морських риб і безхребетних. - М.: ВНИРО, 1973. - С. 214 - 219.
  13. Самышев Э. З., Сеничкина Л. Г., Сергеева Н. Г., Михайлова Т. В., Панкратова Т. М. Структура і функціонування спільнот планктону і бентосу оз. Донузлав в умовах антропогенного забруднення і оцінка перспектив його рибогосподарського використання // Системи контролю навколишнього середовища. - Севастополь, 2001. - С. 301 - 325.
  14. Сорокін Ю. І. Чорне море: природа, ресурси. - М.: Наука, 1982. - 217 с.
  15. Хайлов К. М., Празукин А. В., Ковардаков С. А., Рыгалов В. Е. Функціональна екологія морських багатоклітинних водоростей. - Київ: Наук. думка, 1992. - 280 с.
  16. Хайлов К. М., Юрченко Ю. Ю. Методологія дослідження біокосної системи «твердий субстрат - організми - обтекающая их вода» // Гідробіол. журн. - 2001. - **36**, 3. - С. 79 - 90.
  17. Bayne B. L., Worrall C. M. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. // Mar. Ecol. Prog. Ser. - 1983. - **3**. - P. 317 - 328.
  18. Campbell D. E., Newell C. R. Musmod copyright, a production model for bottom culture of the blue mussel, *Mytilus edulis* L. // Exp. Mar. Biol. Ecol. - 1998. - **219**, №1 - 2. - P. 171 - 203.
  19. Loo L. O., Rosenberg R. *Mytilus edulis* culture: growth and production in Western Sweden // Aquaculture. - 1983. - **35**. - P. 137 - 150.
  20. Rosenthal H, Sterwart J. E., Castell J. O., Askefors H. Report of the Working Group on "Environmental Impacts of Valiculture". - ICES, 1987. - P. 32 - 91.
  21. Sukhotin A. A., Kulakowski E. E. Growth and population dynamics in mussels (*Mytilus edulis* L.) cultured in the White Sea // Aquaculture. - 1992. - **101**. - P. 59 - 73.
  22. Stirling H. P., Okumus I. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms in two Scottish sea lochs. // Aquaculture. - 1995. - **134**, № 3-4. - P. 193 - 210.

Поступила 17 марта 2005 г.

После переработки 06 марта 2006 г.

**Про деякі закономірності продукційних процесів у популяціях чорноморської мідії (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), вирощуваної на різних типах штучних субстратів. О. П. Золотницький.** Досліджено закономірності протікання продукційних процесів у популяціях мідії (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), вирощуваних на різних типах штучних субстратів - колекторах. Показано, що амплітуда й швидкість продукування біомаси мідії в значній мірі визначаються архітектонікою штучних субстратів, а також початковою щільністю осілого спату. Представлено аналіз співвідношення продукції, елімінації й стаціонарної біомаси (урожаю) моллюсків у процесі їхнього культивування в різних районах Чорного моря.

**Ключові слова:** мідія, популяція, продукція, елімінація, штучний субстрат, Чорне море

**Some regularities of production processes in populations of the Black Sea mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), cultivated on different artificial substrates. A. P. Zolotnitsky.** Regularities of production processes in populations of mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), cultivated on different artificial substrates are investigated. It is shown, that the range and the rate of production of biomass mussel are substantially determined by architectonics of artificial substrata, as well as initial density of the settled spat. The analysis of the ratio of production, elimination and stationary biomass mollusks is introduced during their cultivation in various areas of the Black Sea.

**Key words:** mussel, population, production, elimination, artificial substratum, Black Sea

