

На правах рукописи

СЕМЕНИХИНА Ольга Ярославовна

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ, РОСТ И ПРОДУКЦИЯ  
ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ В ПОДВЕСНОЙ КУЛЬТУРЕ

03.00.18 - Гидробиология



Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Владивосток

1998

Работа выполнена в Лаборатории экологии беспозвоночных Института биологии моря Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель: кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник *В.А.Брыков*

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
академик РАН *А.В.Жирмунский*  
кандидат биологических наук,  
доцент *В.А.Раков*

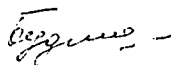
Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский  
институт морского рыбного хозяйства и  
океанографии

Защита диссертации состоится 26 сентября 1998 г. в "10" часов  
на заседании диссертационного совета Д 003.66.01  
при Институте биологии моря ДВО РАН по адресу:  
690041, г.Владивосток, ул. Пальчевского, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии  
моря ДВО РАН.

Автореферат разослан 26 февраля 1997 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



*Л.Л.Будникова*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В последнее десятилетие большое внимание уделяется изучению различных аспектов биологии тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* Gould - одного из наиболее распространенных и массовых видов двустворчатых моллюсков дальневосточных морей. Высокий продукционный потенциал тихоокеанской мидии, относительная простота технологий ее культивирования и высокие потребительские качества продукции позволяют рассматривать этот объект как один из наиболее перспективных для промышленного освоения на Дальнем Востоке (Брыков и др., 1986а; Шепель, 1986). С другой стороны, тихоокеанская мидия - один из наиболее агрессивных обрастателей судов и гидротехнических сооружений (Тарасов, 1961; Горин, 1975; Звягинцев и др., 1982). Поэтому информация о динамике численности личинок мидии в планктоне и о закономерностях их оседания на антропогенные субстраты является актуальной как для разработки биологических основ культивирования этих моллюсков, так и для профилактики негативных последствий обрастания. Кроме того, сочетание короткой продолжительности жизни с высокой плодовитостью тихоокеанской мидии позволяет использовать этот вид как удобный модельный объект для изучения процессов роста и закономерностей формирования продукции популяций двустворчатых моллюсков.

Несмотря на большое количество публикаций, отражающих разнообразные аспекты биологии мидий рода *Mytilus*, и положительный практический опыт их культивирования в разных районах Мирового океана, прямое приложение этой информации к другим условиям, как и заимствование технологий выращивания, не всегда возможно. Региональные различия абиотических факторов среды обитания и специфические

взаимоотношения объекта культивирования с другими гидробионтами обуславливают региональные особенности процессов роста и динамики численности особей на коллекторах и требуют адаптации имеющихся биотехнологий к новым условиям. Поэтому очевидно, что в каждом районе, где планируют организацию марикультурных хозяйств, необходимо проведение комплексных продукционно-гидробиологических исследований - от изучения динамики численности личинок моллюсков в планктоне до оценки продукционных показателей культивируемой мидии и разработки практических рекомендаций по оптимизации процесса выращивания моллюсков.

Цели и задачи работы. Цель работы - исследовать динамику численности и особенности роста тихоокеанской мидии в подвесной культуре в двух акваториях южного и среднего Приморья, отличающихся гидрологическим режимом (зал.Восток и б.Соколовская), и оценить продукционный потенциал культивируемой мидии в этих районах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать динамику численности личинок тихоокеанской мидии в планктоне зал.Восток и б.Соколовская;
- изучить процессы оседания личинок тихоокеанской мидии на искусственные субстраты;
- исследовать динамику численности и биомассы тихоокеанской мидии в подвесной культуре;
- провести количественную оценку роста культивируемых моллюсков и определить оптимальную продолжительность выращивания тихоокеанской мидии в зал.Восток и в б.Соколовская;

- оценить месячную и годовую продукцию тихоокеанской мидии в подвесной культуре, а также продукцию биосистемы мидиевого обрастания за весь цикл выращивания моллюсков.

Научная новизна. Впервые исследована динамика численности личинок тихоокеанской мидии в планктоне прибрежных вод среднего Приморья (б.Соколовская). Проведены двухлетние систематические исследования динамики численности личинок тихоокеанской мидии в планктоне и процессов их оседания на искусственные субстраты в зал.Восток Японского моря. Впервые исследованы рост, динамика численности и биомассы тихоокеанской мидии в подвесной культуре в б.Соколовская. Впервые проведена оценка месячной и годовой продукции тихоокеанской мидии в подвесной культуре.

Практическая значимость. Разработаны биологические основы культивирования и проведена комплексная работа по выращиванию тихоокеанской мидии в б.Соколовская Японского моря - акватории, для которой информация о биологии этого вида и о возможности его разведения ранее отсутствовала. Определена оптимальная продолжительность выращивания моллюсков в зал.Восток и в б.Соколовская. Оценен продукционный потенциал тихоокеанской мидии в каждом из районов и получены данные о реальной урожайности моллюсков в подвесной культуре.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены на Международной конференции по защите, восстановлению и развитию прибрежной зоны российского Дальнего Востока (Владивосток, 1996), VII съезде Гидробиологического общества РАН (Казань, 1996), годичных научных сессиях ИБМ ДВО РАН (1996 и 1997 гг.), совместном заседании Гидробиологического и Экологического семинаров ИБМ ДВО РАН.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 работы и 1 статья находится в печати.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов и списка литературы, включающего 262 источника, из которых 101 иностранные. Общий объем работы 165 страниц. Текст иллюстрирован 23 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Обзор литературы

В главе проведен анализ систематического положения тихоокеанской мидии. Дано описание ее географического распространения и вертикального распределения, проанализированы причины отсутствия в Приморье промысловых запасов этого вида.

Рассмотрены основные черты репродуктивной биологии тихоокеанской мидии: плодовитость, гонадный цикл, стадии развития, процессы оседания и метаморфоза личинок; показано влияние факторов среды на гаметогенез и нерест моллюсков.

Описаны наиболее часто используемые способы оценки роста животных, проанализировано воздействие факторов среды на рост двустворчатых моллюсков. Рассмотрен один из основных расчетных методов определения продукции популяций без непрерывного поступления молоди (метод Бойсен-Йенсена). Проведен критический анализ практикуемых в мире методов выращивания мидий, определена область их применения.

### Глава 2. Материал и методика

Материал для настоящей работы был получен в процессе экспериментального выращивания тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus*

Gould в подвесной культуре в зал.Восток (зал.Петра Великого) и б.Соколовская Японского моря в 1987-1989 гг. и в 1988-1990 гг., соответственно (рис.1). Мидий культивировали на гибких установках линейного типа, используя для сбора личинок и последующего выращивания моллюсков однотипные коллекторы длиной 6 м, изготовленные из капроновой сети.

Пробы личиночного планктона отбирали в 1989 и 1990 гг. в зал. Восток и в 1990 г. в б.Соколовская с мая по сентябрь с пятидневным интервалом. В зал.Восток отбор проб осуществляли на четырех станциях, а в б.Соколовская - на трех. Отбор, фиксацию и обработку проб проводили общепринятыми методами (Куликова, Колотухина, 1989).

Процессы оседания личинок мидии на искусственные субстраты исследовали ежедекадно в течение трех месяцев с начала оседания личинок. На каждом горизонте коллектора оценивали численность осевших моллюсков и под биноклем измеряли длину раковины у 300 экз, выбранных случайным образом из каждой пробы. Информацию о динамике оседания личинок мидии на коллекторы получали, учитывая в пробах количество моллюсков с длиной раковины 0.3-1.0 мм. Выживаемость осевших на субстраты личинок оценивали как долю животных, обнаруженных на коллекторах в конце периода оседания, относительно общей численности осевших за этот период моллюсков.

Среднюю плотность поселения и биомассу мидии на одном погонном метре длины коллектора определяли ежемесячно, подсчитывая и взвешивая (вместе с раковинами) моллюсков с каждого горизонта коллектора. Выживаемость мидии на субстратах оценивали как отношение средних значений плотности в момент отбора проб к максимальной плотности поселения.

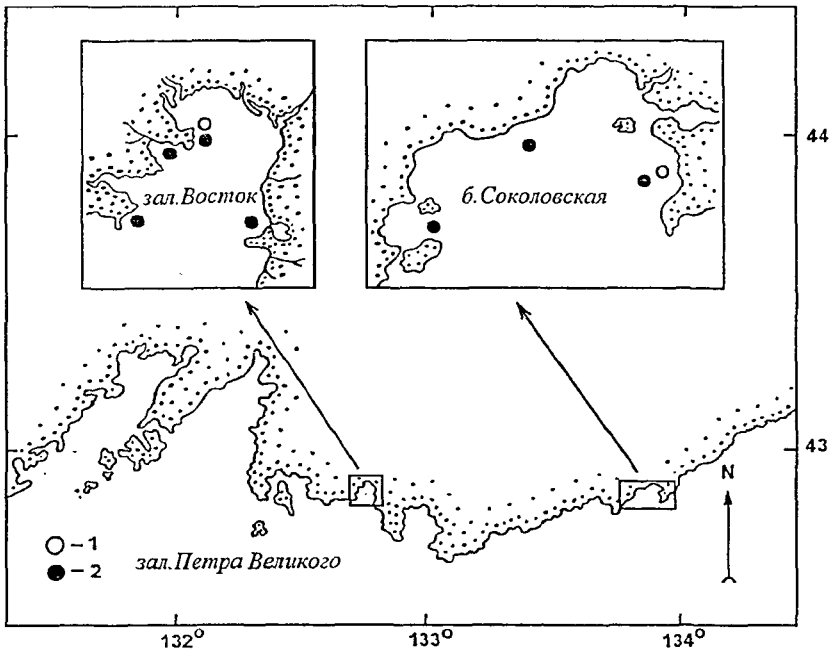


Рис.1. Карта-схема района исследований.

1 - местоположение установок, 2 - станции отбора проб личиночного планктона.

Рост мидии оценивали ежемесячно по изменениям во времени средних значений длины раковины и общей массы моллюсков. Среднемесячные приросты линейных размеров и массы особей определяли как разность между средними значениями в данный и предшествующий ему моменты времени.

Для расчета месячной продукции тихоокеанской мидии использовали метод Бойсен-Йенсена (Методы определения продукции..., 1968). Годовую продукцию, а также продукцию мидии за весь период выращивания определяли как сумму величин месячной продукции.



Измерения температуры воды проводили еженедельно в осенне-зимний период и каждые 5 дней в летний. Также были использованы результаты измерений температуры воды в б.Соколовская за ряд предыдущих лет (1985-1987 гг.), полученные и любезно предоставленные сотрудниками Отдела марикультуры Преображенской базы тралового флота, и некоторые данные сотрудника Лаборатории физиологической экологии Института биологии моря ДВО РАН (ИБМ) А.В.Плотникова, выполнявшего наблюдения в зал.Восток.

Автор приносит искреннюю благодарность сотрудникам Лаборатории экологии и культивирования беспозвоночных ИБМ Н.А.Щербаковой, В.С.Мун, В.А.Денисову, Ю.Н.Заславскому, В.С.Тяпкину и М.Ж.Черняеву, принимавшим участие в сборе материала и обеспечении технической стороны экспериментов. Автор сердечно благодарит Н.К.Колотухину за ценные консультации, полученные в процессе обработки материала. Автор считает своим приятным долгом выразить искреннюю признательность своему научному руководителю, к.б.н. В.А.Брыкову, а также д.б.н. А.И.Кафанову и к.б.н. Г.М.Каменеву за советы и критические замечания, полученные на завершающем этапе работы.

### Глава 3. Результаты и обсуждение

#### *3.1. Динамика численности личинок тихоокеанской мидии в планктоне*

Результаты планктонных съемок, выполненных в зал.Восток в 1989 и 1990 гг., показали, что сроки появления и плотность личинок тихоокеанской мидии в планктоне этой акватории в разные годы существенно различаются. Так, в 1989 г. ранние личинки мидии были обнаружены в планктонных пробах 1 июня, тогда как в 1990 г. их появление в планктоне наблюдали почти на две недели раньше - 20 мая (рис.2, А, Б). По-видимому,

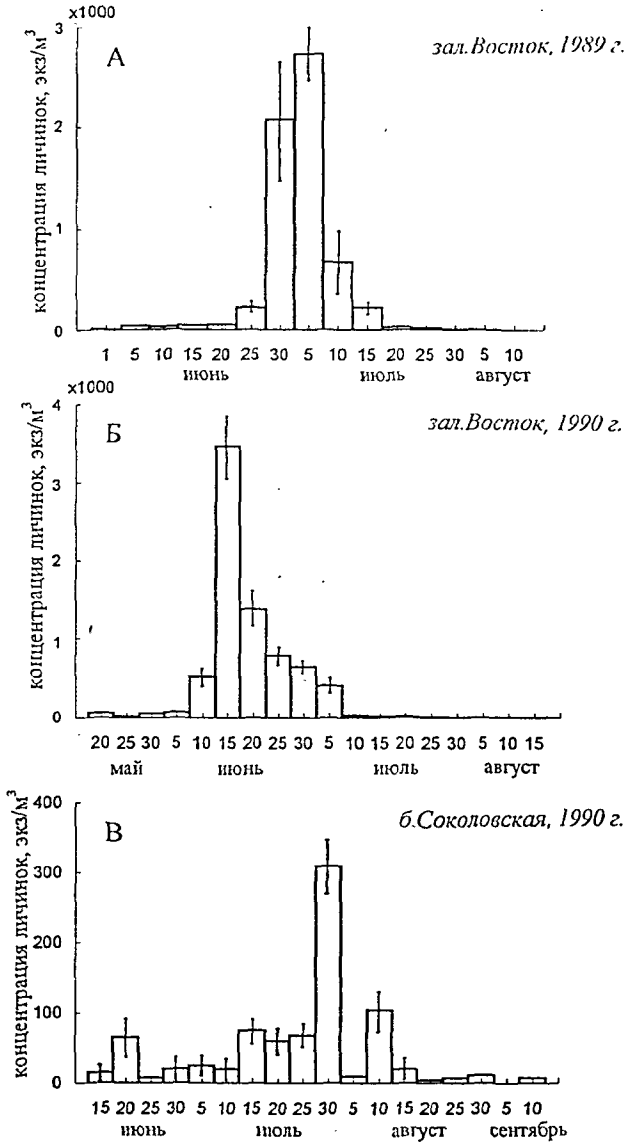


Рис.2. Динамика численности личинок тихоокеанской мидии в планктоне зал.Восток и б.Соколовская.

смещение сроков нереста моллюсков в период исследований и, соответственно, сроков появления личинок мидии в планктоне обусловлено межгодовой изменчивостью температурного режима акватории. Так, в обоих случаях в период массового нереста температура поверхностных слоев воды составляла 11-14°C, однако в 1990 г. этих значений температура воды в зал. Восток достигла во второй половине мая, тогда как в 1989 г. - только в начале июня (данные предоставлены Н.К. Колотухиной).

Значения максимальной концентрации личинок тихоокеанской мидии в 1990 г., составившие  $3465 \pm 428$  экз/м<sup>3</sup>, заметно превысили значения максимальной численности личинок мидии в 1989 г. ( $2730 \pm 280$  экз/м<sup>3</sup>). Известно, что наряду с температурой важное влияние на гаметогенез и нерест двустворчатых моллюсков оказывает обеспеченность пищей (Seed, Suchanek, 1992). Варьирование условий накопления питательных веществ в разные годы может приводить к межгодовым различиям в интенсивности нереста особей данной популяции (Касьянов, 1989). Возможно, именно межгодовые различия в обеспеченности моллюсков пищей обусловили разную концентрацию личинок тихоокеанской мидии в планктоне зал. Восток в период исследований.

Результаты синхронных планктонных съемок, выполненных в зал. Восток и б. Соколовская в весенне-летний период 1990 г., показали выраженные региональные различия величин максимальной концентрации и сроков появления личинок тихоокеанской мидии в планктоне этих акваторий. Так, в б. Соколовская ранние личинки мидии были обнаружены только 15 июня, а их максимальная численность, зарегистрированная 30 июля, составила  $310 \pm 37$  экз/м<sup>3</sup> (рис. 2, В). Региональные различия сроков появления личинок тихоокеанской мидии в планктоне вод исследуемых акваторий обусловлены, очевидно, сравнительно ранним весенним прогре-

вом водных масс в зал.Восток, характеризующемся относительно мелководностью и менее интенсивным водообменом с водными массами открытого моря по сравнению с б.Соколовская, и, следовательно, более ранним вступлением в нерест обитающих здесь взрослых особей.

Возможной причиной различий концентрации личинок мидии в планктоне исследуемых акваторий может быть относительно низкая численность популяции тихоокеанской мидии в б.Соколовская. В отличие от зал.Петра Великого, прибрежные воды северного и среднего Приморья в меньшей степени насыщены антропогенными субстратами (причальными сооружениями, навигационным ограждением, судами на приколе), где тихоокеанская мидия обычно доминирует в обрастании и формирует мощные многолетние поселения (Горин, 1975; Брыков и др., 1986б). Для естественных поселений в прибрежных водах северо-западной части Японского моря характерны низкие значения плотности и биомассы и неустойчивость во времени (Резниченко, Солдатова, 1974; Селин, 1990). Поэтому можно полагать, что мидии, обрастающие антропогенные субстраты, вносят весьма существенный вклад в общий личиночный пул этого вида в прибрежных водах.

### *3.2. Оседание личинок тихоокеанской мидии на коллекторы*

Анализ динамики численности личинок тихоокеанской мидии, осевших на искусственные субстраты в зал.Восток, показал, что сроки и продолжительность периода оседания личинок в этом районе в целом характерны для вод зал.Петра Великого, где оседание мидии обычно начинается во второй половине июня - начале июля и продолжается около двух месяцев (Горин, Мурахвер, 1973). Начало оседания личинок мидии на субстраты обычно приурочено к периоду их максимальной концентрации

в планктоне, конкретные же сроки начала оседания варьируют в разные годы. В 1989 г. личинки тихоокеанской мидии были обнаружены на коллекторах в зал. Восток 10 июля, тогда как в 1990 г. первых осевших личинок наблюдали уже 1 июля. Очевидно, что межгодовые различия в сроках оседания молоди мидии на коллекторы обусловлены, в основном, межгодовыми колебаниями сроков появления личинок мидии в планктоне (рис.2,А,Б). Появление личинок мидии в планктоне в 1990 г. произошло почти на две недели раньше, чем в 1989 г., что привело к более раннему оседанию моллюсков на субстрат.

Исследование динамики численности осевшей на коллекторы молоди мидии свидетельствует о ярко выраженных межгодовых различиях плотности моллюсков на субстратах. Значения максимальной плотности мидии, осевшей на коллекторы в 1990 г. ( $30\ 800 \pm 6600$  экз/м), почти на порядок превысили значения максимальной плотности моллюсков генерации 1989 г. ( $4130 \pm 390$  экз/м). По-видимому, основной причиной таких существенных различий послужили межгодовые колебания концентрации личинок мидии в планктоне (рис.2,А,Б).

Анализ динамики оседания личинок тихоокеанской мидии на коллекторы показал, что в летний период на размещенных в водной толще искусственных субстратах происходят одновременно протекающие, но разнонаправленные процессы - увеличение численности моллюсков за счет их поступления из планктона и элиминация молоди из обрастания. В 1990 г. наиболее интенсивное оседание личинок мидии происходило в первую, а в 1989 г. - во вторую декады июля. В этот период увеличение плотности мидии на коллекторах превышало элиминацию моллюсков из обрастания. В августе поступление личинок из планктона на коллекторы резко снизилось, в это время убыль молоди значительно превосходила пополнение

оседающих ювенильных особей. К началу сентября оседание личинок мидии прекратилось.

В течение всего периода наблюдений отмечали неравномерный характер вертикального распределения осевшей молодежи мидии на коллекторах. Вне зависимости от значений плотности, оседание личинок тихоокеанской мидии наиболее интенсивно происходило в поверхностных горизонтах (1-2 м). С увеличением глубины общее количество осевших личинок снижалось, наименьшие значения их плотности были отмечены на нижних горизонтах.

Выживаемость осевшей на коллекторы молодежи мидии также значительно варьирует и зависит как от глубины размещения субстрата, так и от интенсивности оседания личинок. Максимальные значения выживаемости мидии (90%) в начале сентября 1989 г. были отмечены на горизонте 6 м, тогда как на горизонте 1 м она была минимальна (2.5%). В начале сентября 1990 г. значения выживаемости молодежи мидии варьировали от 5.9% на горизонте 1 м до 21.5% (на нижнем, 5-метровом, горизонте). Очевидно, что сравнительно низкие величины выживаемости моллюсков генерации 1990 г. обусловлены относительно высокими значениями их плотности, почти на порядок превысившими значения плотности осевших особей в 1989 г.

### *3.3. Динамика численности и биомассы тихоокеанской мидии в подвесной культуре*

Первые осевшие на коллекторы личинки тихоокеанской мидии в б.Соколовская были обнаружены во второй половине июля 1988 г. К середине сентября средняя плотность молодежи мидии достигла максимальных значений -  $475 \pm 28$  экз/м. В дальнейшем происходило постепенное сниже-

ние численности молоди мидии на коллекторах, в результате чего в июне 1990 г. средняя плотность поселения моллюсков составила  $238 \pm 36$  экз/м.

Сопоставление полученных результатов с данными по динамике численности тихоокеанской мидии, культивируемой в зал.Восток (Брыков и др.,1986а), показало, что в начальный период выращивания значения плотности поселения моллюсков на коллекторах в двух сравниваемых районах значительно различаются. В зал.Восток максимальная численность мидии, отмеченная в начальный период культивирования, была равна 30 230 экз/м. Основной причиной таких существенных различий является, по-видимому, относительно низкая концентрация личинок тихоокеанской мидии в планктоне б.Соколовская по сравнению с зал.Восток (рис.2,Б,В).

Наиболее существенная элиминация осевшей на коллекторы мидии в б.Соколовская характерна для первых двух месяцев после метаморфоза личинок. Выживаемость осевшей молоди к середине октября 1988 г. составила 85%, а через месяц снизилась до 75%. За весь цикл культивирования выживаемость составила 50%. Иными словами, из каждых 100 особей генерации 1988 г. достигли двухлетнего возраста в подвесной культуре примерно 50 экз.

В зал.Восток, где за 14 мес выращивания из поселения элиминировало 95.4% особей (Брыков и др.,1986а), наиболее высокие темпы смертности мидий также пришлось на первые три месяца после оседания личинок. Основной причиной существенной элиминации моллюсков в этот период является, скорее всего, конкуренция за субстрат, поскольку дефицита в фитопланктоне, как основном источнике питания, культивируемые моллюски в зал.Восток не испытывают (Селина,1991). Очевидно, что именно конкуренция за субстрат приводит к тому, что в зал.Восток,

где плотность поселения мидии на коллекторах значительно превышает таковую в б.Соколовская, выживаемость мидий в целом существенно ниже.

На протяжении всего цикла выращивания тихоокеанской мидии в б.Соколовская биомасса моллюсков постепенно увеличивалась. Через год после начала культивирования средняя биомасса мидии на коллекторах составила  $1510 \pm 130$  г/м, а в конце двухлетнего цикла выращивания она достигла максимальной величины -  $3480 \pm 520$  г/м. Скорость накопления биомассы существенно варьирует в процессе культивирования, что обусловлено, в основном, сезонными изменениями темпов роста массы особей.

В отличие от тихоокеанской мидии, культивируемой в зал.Петра Великого, для выращиваемых в б.Соколовская моллюсков характерны сравнительно низкие темпы линейного роста и роста массы (см. раздел 3.4.). Следствием низких темпов роста массы, при сравнительно невысокой плотности особей на коллекторах, является менее интенсивное, чем в зал. Восток, накопление биосистемой мидии наличной биомассы. Ее максимальные значения, зарегистрированные через год после начала выращивания моллюсков в зал.Восток, составили  $22\ 204$  г/м (Брыков и др., 1986а), что более чем на порядок превышает величину биомассы мидии, отмеченную в это время в б.Соколовская ( $1510 \pm 130$  г/м).

### *3.4. Линейный рост и рост массы тихоокеанской мидии в подвесной культуре*

Анализ количественных характеристик линейного роста и роста массы тихоокеанской мидии в подвесной культуре в зал.Восток и б.Соколовская свидетельствует о том, что рост моллюсков имеет выраженный



сезонный характер, вызванный колебаниями абиотических и биотических параметров среды в этих районах в течение года. Наиболее низкие темпы линейного роста и роста массы моллюсков отмечены в зимние месяцы, тогда как в летне-осенний период скорость роста мидии была сравнительно высока (рис.3,А,Б).

Сопоставление количественных характеристик линейного роста мидии, выращиваемой в двух районах, показало, что практически на протяжении всего двухлетнего периода культивирования моллюски из зал.Восток превосходили по средним значениям длины раковины особей, выращиваемых в б.Соколовская. Уже в начале декабря первого года культивирования средняя длина раковины мидии в зал.Восток была равна  $25.0 \pm 0.6$  мм, тогда как в б.Соколовская моллюски имели аналогичные средние размеры только в середине мая следующего календарного года, то есть спустя 6 мес (рис.3,А). По средним значениям массы мидии из зал.Восток также превосходили моллюсков из б.Соколовская на протяжении по крайней мере первых 10 мес культивирования (рис.3,Б). Однако по мере приближения мидии в зал.Восток к предельным для этого вида размерам (массе), среднемесячные темпы роста особей в этом районе заметно снизились, тогда как в б.Соколовская они оставались сравнительно высокими. Поэтому к концу второго года выращивания происходило сближение средних значений длины раковины и массы моллюсков из двух районов. Через два года после начала культивирования особи из б.Соколовская практически не отличались от моллюсков из зал.Восток по средним значениям длины раковины, а по средним значениям массы даже несколько превосходили последних (рис.3., 1,Б).

Наблюдаемые региональные различия линейного роста и роста массы тихоокеанской мидии обусловлены, по-видимому, прежде всего раз-

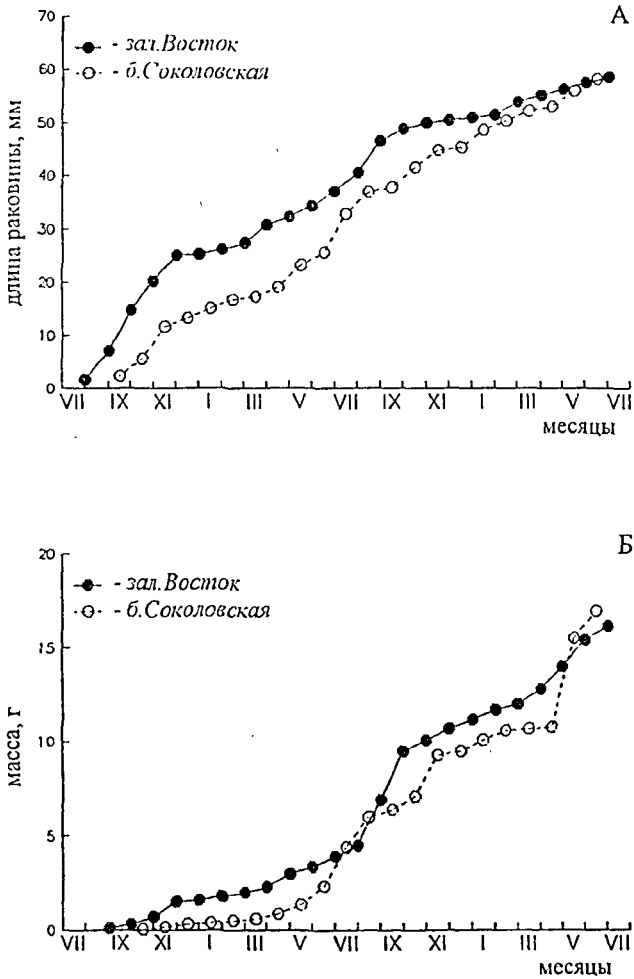


Рис.3. Эмпирические кривые группового линейного роста (А) и роста массы (Б) тихоокеанской мидии в зал.Восток и в б.Соколовская.

личиями гидрологических режимов акваторий, в частности, температурных режимов. Как сказано выше, характерный для зал.Восток сравнительно ранний весенний прогрев водной толщи способствует тому, что вымет гамет моллюсками, а следовательно, появление личинок мидии в планктоне и их оседание на субстрат происходят в этом районе значительно раньше, чем в б.Соколовская. Поэтому регистрируемые в осенние месяцы начального периода выращивания региональные различия средних значений длины раковины и массы мидии обусловлены, в основном, разным временем оседания личинок мидии на субстрат, то есть разным индивидуальным возрастом моллюсков.

Анализ параметров линейного роста тихоокеанской мидии в районах исследований свидетельствует о том, что промысловых размеров (длина раковины свыше 40 мм) мидия достигла в зал. Восток уже в начале второго года выращивания (август-сентябрь), тогда как в б.Соколовская такие размеры моллюски имели только в зимние месяцы второго года культивирования (рис.3.4). Поэтому продолжительность выращивания моллюсков в зал.Восток может составлять 14-15 мес, тогда как для б.Соколовская целесообразен двухлетний цикл культивирования.

### *3.5. Продукция тихоокеанской мидии в подвесной культуре*

Для расчета значений месячной продукции тихоокеанской мидии в зал.Восток были использованы данные Брыкова и соавторов (1986а) по динамике численности и биомассы мидии, культивируемой в этом районе. Продукционный процесс в популяции можно интерпретировать как прирост биомассы, определяемый ростом массы особей и изменением их численности (Занка,1983). Неравномерный характер роста массы, а также изменения плотности поселения тихоокеанской мидии на коллекторах в

зал.Восток и в б.Соколовская приводят к тому, что величины месячной продукции моллюсков существенно варьируют в процессе выращивания (рис.4,А,Б). Сравнительно низкие значения продукции характерны для зимних месяцев, что обусловлено снижением темпов роста массы мидии в этот период. Сезонной изменчивости подвержены не только величины продукции, но и ее составляющие - величины прироста наличной биомассы и элиминированной биомассы (рис.4,А,Б).

Различия в начальной плотности моллюсков на коллекторах, а также особенности динамики численности и роста особей, характерные для этих акваторий, приводят к тому, что значения месячной и годовой продукции мидии в зал.Восток существенно превышают значения продукции моллюсков в б.Соколовская.

В зал.Восток максимальных значений (5650 г/м/мес) месячная продукция достигла в начальные месяцы второго года выращивания (рис.4,А). Отметим, что в сентябре-октябре второго года культивирования вся продукция биосистемы мидиевого обрастания была представлена только элиминированной биомассой, что связано, очевидно, с осыпанием моллюсков на грунт под влиянием сравнительно высоких значений температуры воды в этот период (Брыков и др.,1986а).

В б.Соколовская максимальные значения месячной продукции тихоокеанской мидии были отмечены в конце двухлетнего цикла культивирования, когда они составили 920 г/м/мес (рис.4,Б). Наиболее заметной доля элиминированной биомассы была в продукции последних трех месяцев выращивания: в мае-июне 1990 г. ее значения достигали 340 г/м/мес. В целом же, на протяжении двухлетнего периода культивирования моллюсков величины месячных приростов биомассы мидии, как правило, превышали величины элиминированной биомассы.

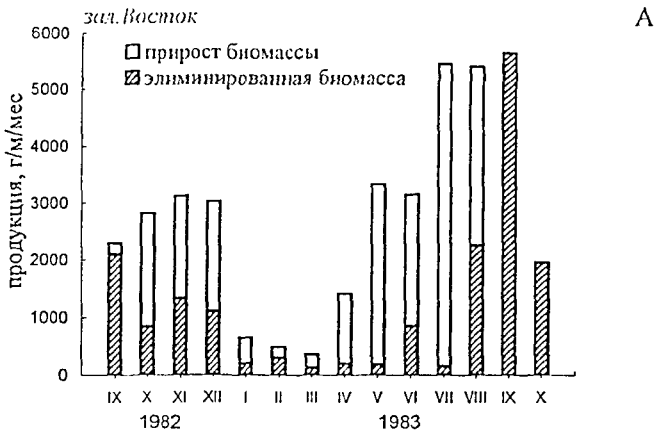


Рис.4. Динамика месячной продукции тихоокеанской мидии в подвесной культуре в зал.Восток (по данным Брыкова и др.,1986а) и в б.Соколовская.

За весь цикл культивирования тихоокеанской мидии в зал.Восток продукция моллюсков составила примерно 39 125 г/м. При этом на прирост наличной биомассы пришлось 21 895 г/м, а величина элиминированной биомассы составила около 17 230 г/м, то есть за 14 месяцев из биосистемы элиминировало 44% прижизненной массы мидии.

Контрольный сбор выращенного урожая в зал.Восток показал, что масса мидии на коллекторах достигла максимальных значений в августе, через год после начала культивирования. Общая масса выращенных моллюсков составила 32 675 кг (Брыков и др., 1986а). Согласно же расчетам, к этому времени продукция мидии на установке площадью 0.8 га составила 47 273 кг, при этом 32 843 кг было представлено наличной биомассой. Следовательно, реальная величина полученного урожая (32 675 кг) практически соответствовала расчетной величине (32 843 кг).

В б.Соколовская суммарный прирост биомассы моллюсков за весь цикл культивирования составил 3940 г/м, а величина элиминированной биомассы оказалась равной 730 г/м. Таким образом, за двухлетний период на каждом погонном метре коллектора было сформировано в среднем 4670 г прижизненной массы мидий, из которых примерно шестая часть (15.6%) элиминировала из биосистемы обрастания.

В целом в б.Соколовская на установке площадью 1 га за двухлетний период культивирования было произведено около 61 644 кг прижизненной массы мидий, из которых примерно 52 008 кг в конце периода выращивания было представлено наличной биомассой. Контрольный сбор выращенного урожая в середине июня 1990 г. показал, что в это время масса моллюсков на одном коллекторе составила в среднем  $23.1 \pm 1.1$  кг. Реальная величина урожая, снятого с установки, составила 50.8 т товарной

мидии. Отметим, что эта величина примерно соответствует величине урожая (52 008 кг), полученной расчетным путем.

### *3.6. Оптимизация процесса выращивания тихоокеанской мидии*

В прибрежных водах северо-западной части Японского моря тихоокеанская мидия является одним из наиболее перспективных для промышленного освоения объектов. Этому способствуют высокая потенциальная продуктивность тихоокеанской мидии, относительная простота технологий культивирования, не требующих больших капиталовложений, и высокие потребительские качества получаемой продукции.

В прибрежных водах Приморья возможен как годичный, так и двухлетний цикл промышленного выращивания мидии. Продолжительность процесса культивирования определяется региональными особенностями биологии объекта выращивания и экономическими соображениями. При установлении сроков сбора готовой продукции важно учитывать не только количественные показатели (размеры и массу моллюсков), но и биологическую ценность выращиваемой мидии. С этой точки зрения рекомендуют двухлетний цикл культивирования тихоокеанской мидии (Жук, Щербань, 1989), при котором наиболее благоприятным периодом для сбора урожая является апрель (Кавун, Христофорова, 1989).

Эффективность коллекторного сбора личинок зависит как от концентрации личинок в планктоне, так и от конструктивных особенностей и сроков выставления коллекторов. Для каждого района, где планируют организацию марикультурных хозяйств, должны быть определены собственные сроки выставления коллекторов, основанные как на текущем наблюдении за динамикой численности личинок в планктоне, так и на информации о процессах оседания моллюсков в предыдущие годы.

Как правило, выставление коллекторов не менее чем за две недели до начала оседания личинок оказывается достаточным для формирования на субстратах бактериально-водорослевой пленки и вымывания из материала коллекторов растворимых химических соединений, способных ингибировать оседание (Kautsky,1982; McGrath et al.,1994). В зал.Восток коллекторы следует выставлять в конце мая-начале июня, в б.Соколовская оптимальным периодом выставления коллекторов являются вторая-третья декады июня. Хорошим ориентиром для начала выполнения этой технологической операции служит момент появления в планктоне ранних личинок мидии.

Анализ популяционно-биологических параметров, полученных в ходе работ по культивированию мидии, свидетельствует о том, что конечный выход товарной продукции можно значительно увеличить без существенных изменений технологии выращивания. Например, в б.Соколовская желаемого эффекта можно добиться за счет повышения начальной плотности мидий на субстратах. Для этого следует увеличить поверхность коллекторов, придав им более объемную форму при обвязке капроновой нитью, и увеличить ширину полосы капроновой сети, используемой для их изготовления.

## Выводы

1. Сроки появления личинок тихоокеанской мидии в планктоне зал.Восток существенно различаются в разные годы, что обусловлено межгодовыми колебаниями температурного режима акватории. Значения концентрации личинок в планктоне зал.Восток также варьируют, что может быть вызвано различной интенсивностью нереста моллюсков, связанной с условиями их питания.



2. Региональные различия сроков появления личинок тихоокеанской мидии в планктоне зал.Восток и б.Соколовская обусловлены более поздним весенним прогревом водных масс в б.Соколовская. Более низкая концентрация личинок мидии в планктоне этой акватории вызвана, по-видимому, относительно низкой численностью обитающих здесь моллюсков.

3. Сроки оседания личинок тихоокеанской мидии на коллекторы в зал.Восток варьируют, что обусловлено межгодовыми различиями сроков появления личинок в планктоне. Плотность осевшей на субстраты молоди мидии также подтверждена значительным колебаниям, вызванными межгодовыми различиями в концентрации личинок в планктоне.

4. Интенсивность оседания личинок тихоокеанской мидии на коллекторы в зал.Восток существенно зависит от глубины размещения субстрата: наибольшее количество осевших особей обычно приходится на поверхностный двухметровый слой вод. Выживаемость осевшей на коллекторы молоди мидии зависит как от интенсивности оседания личинок, так и от глубины экспозиции субстрата.

5. Величины биомассы и численности тихоокеанской мидии в б.Соколовская значительно ниже величин биомассы и численности моллюсков в зал.Восток, при этом выживаемость мидии в б.Соколовская существенно выше.

6. Региональные различия роста тихоокеанской мидии в подвесной культуре в зал.Восток и б.Соколовская связаны с региональными различиями гидрологических режимов акваторий, обуславливающих разные сроки оседания личинок моллюсков на коллекторы.

7. Величины месячной и годовой продукции тихоокеанской мидии в зал.Восток существенно превышают величины продукции моллюсков в

б.Соколовская, что обусловлено различиями в начальной плотности моллюсков на коллекторах, а также особенностями динамики численности и роста особей в этих акваториях. Процесс формирования продукции мидии в водах зал.Восток более интенсивен, однако и скорость элиминации биомассы моллюсков в этом районе значительно выше.

8. Продолжительность выращивания тихоокеанской мидии в зал. Восток может составлять 14-15 мес, тогда как для б.Соколовская целесообразен двухлетний цикл культивирования моллюсков.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

Брыков В.А., Семенихина О.Я., Колотухина Н.К. Выращивание мидии *Mytilus trossulus* в бухте Соколовская Японского моря // Биол. моря. 1996. Т.22, №3. С.195-202.

Брыков В.А., Колотухина Н.К., Семенихина О.Я. Региональные различия роста тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* в подвесной культуре в связи с особенностями гидрологического режима акваторий // VII съезд ГБО РАН: Тез. докл. Казань, 1996. С.104-106.

Семенихина О.Я. Выращивание тихоокеанской мидии как источник получения лекарственного сырья // Здоровье населения Дальнего Востока: Тез. докл. Владивосток, 1996. С.246.

Seменikhina O.Ya. The possible influence of mussel culture on the condition of inshore waters // Sustainability of coastal ecosystems in the Russian Far East: Proc. Internat. Conf. Vladivostok, 1996. P.66.

Колотухина Н.К., Семенихина О.Я. Динамика численности личинок мидии *Mytilus trossulus* и модиолуса *Modiolus kurilensis* в планктоне бухты Тронцы (залив Посыета) и залива Восток Японского моря // Биол. моря. 1998. Т.24, №2. (в печати).