

23 НОЯ 1998

На правах рукописи

АРХИПОВА Елена Анатольевна

ЭКОЛОГИЯ И ГАМЕТОГЕНЕЗ ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ
В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПАЦИФИКИ

03.00.16 - экология

Е.А. Архипова

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток

1998

Работа выполнена в Лаборатории гидробиологии Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН

Научный руководитель: доктор биологических наук,
Александр Иванович Кафанов

Официальные оппоненты: доктор биологических наук Ю. Я. Латыпов
кандидат биологических наук В. А. Раков

Ведущее учреждение: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

Защита диссертации состоится "18" декабря 1998 г. в "10" часов на заседании диссертационного совета Д 064.58.01. при Дальневосточном государственном университете по адресу : 690000 г. Владивосток, ул. Мордовцева, 12, к. 131., факс: 26-73-54

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Дальневосточного государственного университета.

Автореферат разослан "4" марта 1998 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат биологических наук *Димитриева* Г. Ю. Димитриева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ. Тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* Gould, 1850, широко распространенная на шельфе Камчатки, Командорских и северных Курильских о-вов, в северной Пацифике экологически замещает морфологически близкую североатлантическую *M. edulis* Linnaeus, 1758 (Koehn et al., 1984; Varvio et al., 1988; Мак-Дональд и др., 1990; McDonald, Koehn, 1991; Буяновский, 1994). Тихоокеанская мидия играет очень важную роль в прибрежных морских экосистемах (Луканин, Ошурков, 1984; Переладов, Сидоров, 1986; Бурдин, Севостьянов, 1987; Ошурков, 1990; и др.). В то же время она участвует в формировании биоценозов обрастания судов и гидротехнических сооружений (Ошурков, 1982, 1985, 1986, 1987), является перспективным объектом марикультуры (Брыков и др., 1986; Жирмунский, 1986, Шепель, 1986) и для экологического мониторинга окружающей среды (Христофорова, Кавун, 1987; Христофорова и др., 1994).

Исследования, проведенные в мелководной зоне шельфа восточной Камчатки, показали, что наиболее перспективны для культивирования тихоокеанской мидии бухты тихоокеанского побережья (Ошурков и др., 1986). В Авачинской губе мидии имеют относительно высокую скорость роста, достигая промысловых размеров на третьем году жизни (Буяновский, 1986). В лагуне Гладковской о-ва Медный на Командорских островах с погонного метра коллектора при 1,5-летнем цикле выращивания можно получить 3-5 кг кормовой мидии (Переладов, Сидоров, 1986).

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ. Цель настоящей работы - изучение экологии размножения тихоокеанской мидии в некоторых районах северо-западной Пацифики. Реализация этой цели предполагает решение следующих основных задач исследования: 1) описание годо-

вого гонадного цикла *M. trossulus* Авачинской губы (юго-восточная Камчатка); 2) описание гаметогенетических процессов тихоокеанской мидии лагуны Гладковской о-ва Медный в летне-осенний период; 3) сравнение сроков нереста тихоокеанской мидии в зависимости от температуры в некоторых районах северо-западной Пацифики; 4) сравнение гаметогенетических процессов тихоокеанской мидии с длиной раковины 20-30 мм, 30-40 мм и более 40 мм в Авачинской губе и лагуне Гладковской в летне-осенний период; 5) сравнение гаметогенетических процессов самок и самцов тихоокеанской мидии в Авачинской губе и лагуне Гладковской в летне-осенний период; 6) сравнение половой структуры тихоокеанской мидии из поселений, подверженных антропогенному прессу, и удаленных от мест с интенсивной хозяйственной деятельностью.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. В диссертации впервые приведены результаты стационарных исследований годового гонадного цикла тихоокеанской мидии в высокоборсальных водах Тихого океана, получены данные о гаметогенетических процессах, сроках нереста *M. trossulus* в некоторых районах северо-западной Пацифики в зависимости от температуры. Впервые дан сравнительный анализ половой структуры популяций тихоокеанской мидии в районах, подверженных антропогенному прессу и удаленных от мест с интенсивной хозяйственной деятельностью.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ. Тихоокеанская мидия - важный промысловый объект. Приведенные в работе сведения о диапазонах температуры и солености воды, при которых происходят гаметогенетические процессы, о годовом гонадном цикле, сроках нереста и половой структуре тихоокеанской мидии необходимы при планировании рационального культивирования моллюсков и при проведении природоохранного мониторинга на шельфе юго-восточной Камчатки,

Командорских и северных Курильских островов. Командорские и северные Курильские острова являются местом обитания ценного пушного зверя - морской выдры-калана. Выращенные в марикультуре мидии могут быть использованы как кормовой объект для каланов в естественных условиях и при их вольерном содержании. Данные о сроках нереста тихоокеанской мидии позволяют прогнозировать динамику оседания личинок на антропогенные субстраты.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ. 1). Сроки нереста тихоокеанской мидии из поселений на шельфе юго-восточной Камчатки, северных Курильских и Командорских островов зависят от температурных условий обитания. 2). У мидий из районов, подверженных антропогенному прессу, изменчивость гонадного индекса выше таковой моллюсков, населяющих удаленные от городской черты районы. 3). Соотношение полов тихоокеанской мидии составляет 1:1 как в районах, подверженных антропогенной нагрузке, так и в удаленных от мест с интенсивной хозяйственной деятельностью.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные результаты диссертационной работы были доложены на: XI Всесоюзном симпозиуме "Биологические проблемы Севера" (Якутск, 1986); III и IV Региональных конференциях молодых ученых и специалистов Дальнего Востока (Южно-Сахалинск, 1986; Владивосток, 1989); VII Всесоюзном совещании эмбриологов (Ленинград, 1986); III Всесоюзной конференции по морской биологии (Севастополь, 1988); V Всесоюзной конференции по промысловым беспозвоночным (Минск - Нарочь, 1990).

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация состоит из введения; четырех глав; выводов; списка литературы; приложения, содержащего 19 рис. и 14 табл. Список литературы насчитывает 168 на-

званий, их них 52 на иностранных языках. Рукопись изложена на 187 страницах, имеет 14 рисунков и 8 таблиц.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований послужили сборы мидий *M. trossulus*: в 1984-86 гг. в восточной части Авачинской губы из обрастания судна, стоящего на причале на уровне среднего сизигийного отлива; в 1984-87 гг. в северо-восточной части Авачинской губы на мидиевой банке, расположенной в нижнем горизонте литорали; в 1984 и в 1987 гг. в северо-западной части губы из обрастания затопленного судна на глубине 1,5 м от уровня среднего сизигийного отлива. Мидий отбирали летом - два-три раза в месяц, осенью - два раза в месяц, зимой - один раз в месяц.

В 1987-88 гг. в лагуне Гладковской о-ва Медный (Командорские острова) пробы отбирали два раза в месяц в районе естественного поселения мидий. Температуру воды, ее электропроводность и концентрацию растворенного кислорода измеряли от поверхности воды до глубины 3 м с интервалом в 1 м с помощью прибора "HORIBA U-7". Соленость вычисляли по данным температуры и электропроводности с помощью специальных таблиц, прилагаемых к прибору.

В 1988 г. на о-ве Медный с помощью легководолазной техники во время максимального отлива отбирали мидий из естественных поселений у м. Корабельный в б. Корабельная, у м. Гладкий в б. Гладковская, у выходного мыса в б. Сенькина; в лагуне Гладковской с глубины 2-2,5 м.

В 1985 г. во время экспедиционных работ на НИС "Берилл" в сезон нереста моллюсков были отобраны мидии у м. Лопатка (юго-восточная Камчатка) на скальных грунтах с глубины 5 м; у о-ва Шумшу

(северные Курильские острова) на литорали во время максимального отлива воды; у о-ва Атласова на старых лавовых потоках с глубины 5 м; на литорали южного выходного мыса б. Русская (юго-восточная Камчатка).

Количество самок в выборках мидий составляло 9-34 экз., самцов - 8-30 экз. У каждой особи измеряли длину раковины (мм), определяли массу мягких частей тела моллюска и массу гонад (г). Гонадный индекс рассчитывали как процентное отношение массы гонад к массе мягких частей тела животных. Кусочки гонад от каждой особи нумеровали и индивидуально фиксировали в жидкости Буэна. Далее в стационарных условиях гонады моллюсков обрабатывали по стандартной гистологической методике (Seed, 1969). Срезы толщиной 7-10 мкм окрашивали гематоксилином Караччи и исследовали под световым микроскопом марки "ERGAVAL". Стадии состояния гонад определяли по шкале, предложенной Н. В. Максимовичем (1985) и Р. Сидом (Seed, 1969, 1973, 1976).

Для сравнения гаметогенеза у разноразмерных мидий их сортировали по длине раковины, выделяя моллюсков с длиной раковины 20-30 мм (группа "А"), 30-40 мм (группа "Б") и более 40 мм (группа "В"). Определение средних значений для различных параметров и их сравнение проводили по стандартным статистическим алгоритмам (Лакин, 1990) на 95 % уровне значимости. Поскольку экологические и гидрологические условия восточной и северо-восточной частей Авачинской губы существенно не различаются, для оценки соотношения полов мидий была взята объединенная выборка животных из двух этих районов. Данные по температуре и солености воды в Авачинской губе любезно предоставлены нам сотрудниками Камчатской гидрометслужбы, за что мы выражаем им искреннюю признательность.

Всего за время работы морфометрическими и гистологическими методами было обработано 2340 экз. мидий.

ГЛАВА 2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Описаны системы определения состояния гонад мидий на протяжении гаметогенетического цикла по П. Н. Чипперфилду (Chipperfield, 1953), Р. Сиду (Seed, 1969, 1975, 1976), З. С. Кауфману (1977), Н. В. Максимовичу (1985), Ю. М. Яковлеву (1986), И. А. Садыховой и Т. В. Остроумовой (1988). Приведены данные о влиянии температуры и солености на гаметогенез и нерест мидий рода *Mytilus*, результаты предыдущих исследований плодовитости и соотношения полов у мидий в разных частях ареала. Дана характеристика физико-географических и экологических особенностей района работ.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Гонадные циклы и особенности размножения тихоокеанской мидии в Авачинской губе

Гонадный цикл тихоокеанской мидии мы подразделили на три этапа: созревание, опустошение и посленерестовая перестройка. Созревание включает от +2 до +4 стадии состояния гонад самок и самцов. Опустошение, характеризующееся порционным выметом зрелых гамет, включает от -4 до -2 стадии. Составной частью этапа опустошения является нерест - массовый синхронный вымет зрелых яйцеклеток и сперматозоидов (5 стадия), приводящий при благоприятных условиях к оплодотворению и развитию пелагических личинок. Посленерестовая

перестройка связана с процессами редукции (от -1 до 0 стадии состояния гонад) и активизации гаметогенеза (+1 стадия).

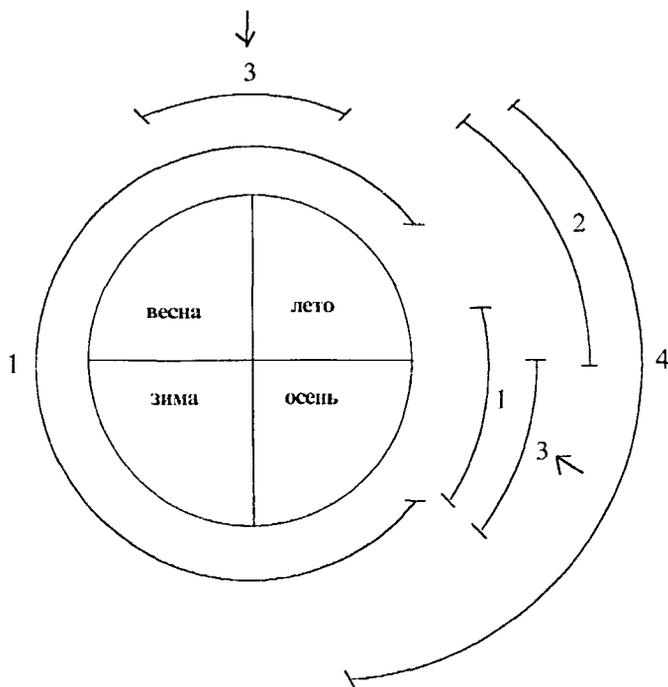
В 1984 г. в восточной части Авачинской губы при одинаковой длине раковины гонадный индекс мидий был выше, чем в 1985 г. В целом в 1984-85 гг. гаметогенез *M. trossulus* проходил сходным образом. Некоторые различия заключались в том, что в июле 1985 г. созревание гамет происходило более синхронно, чем в 1984 г. Если во второй половине октября 1984 г. большинство моллюсков имело гонады на разных стадиях опустошения, то в 1985 г. особи с гонадами на -3 и -2 стадиях отмечены не были. Данные 1986 г. показали, что гонадный индекс мидий был выше, чем в предыдущие годы исследований.

В 1984 г. в северо-восточной части Авачинской губы гонадный индекс мидий был выше, чем в 1985-87 гг. Во второй половине лета 1985 г. опустошение гонад носило более массовый характер, чем в 1984 г. Во все сроки исследований, так же как в восточной части губы, массовый вымет гамет мидий происходил при температуре воды +12-13° С.

В 1984 г. в северо-западной части Авачинской губы гонадный индекс моллюсков был выше, чем в 1987 г. Массовое опустошение гонад было отмечено с середины июля по конец августа и приурочено к повышению температуры поверхностного слоя воды до +13-15° С.

В целом гонадный цикл мидий в Авачинской губе можно представить следующим образом (рисунок). С середины осени до середины весны в гонадах происходит медленный гаметогенез. Созревание гамет продолжается с середины весны до середины лета и с конца лета до середины осени. С середины лета до начала осени отмечается массовое опустошение гонад (т. е. нерест), с продолжающимся до середины осени незначительным опустошением гонад. С конца весны до начала лета у мидий происходит опустошение гонад, которое не ведет к появлению

личинок в планктоне. Посленерстовая перестройка осуществляется с середины лета по конец осени.



Структура гонадного цикла тихоокеанской мидии в
Авачинской губе.

1 - созревание; 2 - нерест; 3- опустошение;
4 - посленерстовая перестройка.

3.1.1. Изменения гонадного индекса, соотношения полов и

половые различия в состоянии гонад тихоокеанской мидии

В восточной части Авачинской губы в 1984-85 гг. созревание и опустошение гонад самцов мидий происходило более асинхронно, чем у самок. Со второй половины мая по вторую половину июля у моллюсков отмечалось интенсивное созревание половых клеток с параллельным опустошением гонад. Если в течение второй половины июля у самок процессы созревания продолжались, то большая часть самцов имела гонады на разных стадиях опустошения. В течение лета существенных различий между состоянием гонад самок и самцов отмечено не было. К концу сентября количество самок, находящихся на стадии посленерестовой перестройки, было сравнительно больше, чем самцов. Во все сроки исследований гонадный индекс самцов превышал гонадный индекс самок.

В северо-западной части Авачинской губы созревание гамет самок и самцов с незначительным опустошением гонад продолжалось до конца июня. С последней декады июля по конец сентября при понижающемся гонадном индексе опустошение гонад у мидий принимало более массовый характер. В конце октября в гонадах происходила дифференциация новой генерации половых клеток.

Исследования, проведенные в Авачинской губе в 1984-85 гг., показали, что у мидий из поселений в восточной и северо-западной частях губы соотношение полов составляет 1:1.

3.1.2. Годовой гонадный цикл разноразмерных тихоокеанских мидий

У мидий из восточной части Авачинской губы, примыкающей непосредственно к городской черте Петропавловска-Камчатского, было

отмечено увеличение среднего значения гонадного индекса с увеличением размеров моллюсков. В восточной части губы изменчивость гонадного индекса мидий всех размерных групп достоверно выше, чем в других районах губы. Гонадный индекс мидий с длиной раковины 20-30 мм варьировал сильнее по сравнению с гонадными индексами моллюсков других размеров. С увеличением размера мидий продолжительность вымета половых клеток возрастала.

В северо-восточной части Авачинской губы изменчивость гонадного индекса мидий с длиной раковины 20-30 мм также выше, чем в других размерных группах. При этом с увеличением размеров моллюсков изменчивость гонадного индекса уменьшалась. Коэффициент годовой вариации гонадного индекса у мидий с длиной раковины 20-30 мм составил 32,8 %, тогда как для двух других размерных групп (30-40 и >40мм) он равен соответственно 19,1 и 19,4 %.

В северо-западной части Авачинской губы, удаленной от городской черты, у мидий сезонными изменениями в наименьшей степени затронута величина гонадного индекса у наиболее крупных моллюсков, у которых не выражено его увеличение в мае-июне. Первый и второй максимумы величины гонадного индекса у моллюсков с длиной раковины 30-40 мм отмечали несколько раньше, чем у мидий размером 20-30 мм.

3.2. Гонадные циклы, соотношение полов и особенности размножения тихоокеанской мидии лагуны Гладковской в летне-осенний период

В 1987-88 гг. в лагуне Гладковской до середины июля происходило созревание гамет с их незначительным выметом. У самок созревание гамет с параллельным опустошением ацинусов происходило более син-

хронно, чем у самцов. С конца июля до середины августа при температуре +10-11° С и солености 27-30‰ поверхностного слоя воды у мидий был отмечен нерест, повлекший появление личинок в планктоне. Параллельно с этим в гонадах мидий происходило созревание новой генерации половых клеток. К середине сентября при температуре воды +8,5 °С в гонадах мидий отмечалась резорбция невыметанных половых клеток. Со второй половины июня по начало июля гонадный индекс мидий размером 20-30 мм резко понижался, тогда как у моллюсков остальных размерных групп следовало его повышение. С конца июля по середину августа гонадный индекс во всех размерных группах продолжал повышаться. В первой половине сентября гонадный индекс мидий с длиной раковины 20-30 мм и 30-40 мм повышался, а у мидий с длиной раковины более 40 мм, напротив, понижался.

Во все сроки исследования в лагуне Гладковской гонадный индекс самцов превышал гонадный индекс самок, а соотношение самки/самцы составляло 1:1.

3.3. Изменения гонадного индекса, соотношения полов и половые различия в состоянии гонад тихоокеанской мидии в некоторых районах юго-восточной Камчатки, Командорских и северных Курильских островов

В 1988 г. у *M. trossulus*, собранных у открытых мысов о-ва Медный, во все сроки исследования гонадные индексы были выше гонадных индексов мидий из лагуны Гладковской. В целом гонадный индекс мидий был существенно выше у моллюсков на м. Корабельный при меньшей средней длине раковины, чем на м. Гладкий.

В конце июля 1988 г. у м. Гладкий гонады большей части самок находились на стадии посленерестовой перестройки, тогда как у самцов

были отмечены ацинусы, заполненные зрелыми сперматозоидами. С конца июля до начала сентября у моллюсков было отмечено длительное опустошение ацинусов. В первой половине сентября количество мидий, находившихся на стадии посленерестовой перестройки, увеличилось. В начале июля на открытом выходном мысу б. Сенькина у мидий, наряду с созреванием гамет, происходило и опустошение ацинусов. В ряде случаев определение пола мидий было затруднено. В это время у самцов опустошение ацинусов происходило более синхронно, чем у самок. В начале сентября у самцов отмечены гонады, находившиеся на разных стадиях опустошения и заполненные зрелыми половыми клетками; у самок гонады находились на последних стадиях опустошения.

В середине июля 1985 г. в б. Русская гонадный индекс мидий был несколько ниже, чем у мидий, собранных в те же сроки у м. Лопатка. Сравнение гонадных индексов самок и самцов тихоокеанской мидии у м. Лопатка, островов Шумшу и Атласова показало, что гонадный индекс самцов выше гонадного индекса самок, а соотношение полов составляет 1:1.

В начале августа 1985 г. у мидий о-ва Шумшу среди большинства моллюсков со зрелыми половыми клетками были отмечены особи, у которых происходило частичное опустошение ацинусов. В то же время у о-ва Атласова в это время гонады моллюсков находились на разных стадиях опустошения, а у части мидий определение пола было затруднено. В первой декаде июля 1985 г. у м. Лопатка самки имели ооциты, широким основанием примыкающие к стенкам ацинусов с хорошо выраженным ядром и ядрышком, а у самцов сперматозоиды занимали почти весь центр ацинусов. В начале августа большинство мидий имело гонады, находившиеся на разных стадиях опустошения. Однако, в это время еще сохранялись особи с гонадами, заполненными зрелыми по-

ловыми клетками, а у части мидий началась дифференциация новой генерации гамет. Со второй половины июля по начало августа гонадный индекс мидий увеличивался при мало изменяющейся длине раковины.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Состояние гонад и сроки нереста тихоокеанской мидии в некоторых районах северо-западной Пацифики

В восточной, северо-восточной и северо-западной частях Авачинской губы различия в гонадных циклах, вероятно, обусловлены гидрологическими и экологическими условиями среды обитания моллюсков. Так, у мидий из северо-западной части губы опустошение гонад в весенние месяцы принимает более массовый, чем в других районах, характер в силу того, что здесь раньше начинается сезонный прогрев воды, а понижение солености обусловлено близким расположением устьев крупных рек. У моллюсков разных размеров происходит рассинхронизация созревания гамет, поэтому в середине июня опустошение гонад происходит не так массово как в других районах, а вымет гамет в июле-августе носит более плавный характер. Ранее было показано, что у устрицы *Crassostrea virginica* в условиях колеблющейся солености существуют различия в скорости созревания половых клеток (Bulter, 1949). В восточной части Авачинской губы максимальное значение гонадного индекса у мидий с длиной раковины более 40 мм было отмечено на 15-30 сут. позже, чем у мидий из северо-западной части губы. В северо-восточной части губы на мидневой банке вымет гамет в мае-июне был несколько смещен и носил более синхронный характер в силу лучшего прогрева и более высокой солености воды. Известно, что у

мидий, открыто сидящих на грунте и подверженных осушению во время отливов, созревание гамет идет медленнее (Максимович, 1985). При таких условиях синхронность опустошения гонад мидиями, по видимому, объясняется тем, что животным необходимо как можно скорее, до наступления осушения литорали, произвести вымет гамет для нормального оплодотворения и появления личинок в планктоне.

Во всех районах исследований массовое опустошение гонад мидий было отмечено в середине июля и было приурочено к периоду, когда температура воды достигала $+12-13^{\circ}\text{C}$. Вероятно, в обследованном районе повышение температуры воды до такого уровня является триггером, "запускающим" нерест мидий. Таким образом, результаты наших исследований соответствуют данным тех авторов, которые считают, что прогрев воды до определенной температуры служит сигналом к началу нереста мидий (Chipperfield, 1953; Sugiura, 1959; Secd, 1969; Waune, 1975; Кауфман, 1977; Kautsky, 1982). С особенностями температурного режима могут быть связаны и межгодовые различия в гонадном цикле моллюсков. В частности, в Авачинской губе более низкая температура воды в 1985 г. по сравнению с 1984 г. могла привести к более высокой степени синхронизации созревания половых клеток.

Репродуктивный цикл тихоокеанской мидии можно представить следующим образом:

ЗИМА. Продолжается начавшееся осенью созревание половых клеток. Самцы созревают более асинхронно, чем самки. Иногда наблюдается резорбция зрелых половых клеток, и гонады возвращаются к этапу перестройки.

ВЕСНА. С середины апреля в гонадах самок и самцов синхронизируется развитие половых клеток. Уже через месяц в период уменьшения солености и повышения температуры воды начинается сезон опустошения гонад. Вместе с тем личинки в планктоне еще не встречаются, что, по-

видимому, связано с еще достаточно низкой температурой воды и значительным уменьшением солености из-за таяния снежного покрова.

ЛЕТО. В первой половине лета продолжают процессы, связанные с созреванием половых клеток в гонадах. Однако, в это время параллельно идет и незначительное опустошение ацинусов, начавшееся в мае. Количество зрелых половых клеток в ацинусах уменьшается. С середины июля и до середины августа у мидий происходит перест. Продолжающееся у отдельных особей дозревание половых клеток заканчивается в августе-сентябре.

ОСЕНЬ. Большинство моллюсков находится на этапе посленерестовой перестройки. Ацинусы уменьшаются в размерах и зарастают соединительной тканью, остатки гамет резорбируются. Начинают закладываться первичные половые клетки. Этапы, составляющие репродуктивный цикл тихоокеанской мидии Авачинской губы, сильно перекрывают друг друга (рисунок).

Созревание и опустошение гонад у самцов мидий Авачинской губы происходит более асинхронно, чем у самок. Многие авторы (Seed, 1973, 1976; Sunila, 1981; Kautsky, 1982; Яковлев, 1986; и др.) считают, что в гонадном цикле самцов и самок существуют различия, заключающиеся в том, что самцы раньше созревают и позже заканчивают вымет гамет. Результаты наших исследований показывают, что самцы созревают не столько быстрее, сколько более асинхронно, и, возможно, поэтому создается впечатление того, что у самок вымет гамет происходит несколько раньше, чем у самцов. В течение всего зимне-весеннего периода в гонадах мидий были отмечены половые клетки на разных стадиях созревания. З. С. Кауфман (1977) считает, что запасные питательные вещества могут аккумулироваться в яйцеклетках и в клетках соединительной ткани. В то же время накопленный гликоген в тканях моллюсков может быть использован как резерв при недостатке пищевых ресур-

сов в неблагоприятных условиях обитания (Chipperfield, 1953). Поэтому, в обследованных нами акваториях у мидий в зимние месяцы сохраняются половые клетки на разных стадиях созревания, а гаметогенез не прекращается и зимой, хотя проходит медленнее, чем в летние месяцы.

В северо-западной части Авачинской губы у мидий с длиной раковины 20-30 мм выявлено два пика повышения гонадного индекса. Однако только во втором случае (в августе) это повышение сопровождается "настоящим" нерестом, приводящим в сентябре к появлению личинок в планктоне. При первом (весеннем) повышении гонадного индекса выметываются лишь те половые клетки, которые не резорбировались в зимнее время и не были использованы как резерв питательных веществ при неблагоприятных условиях среды. Адаптивную значимость порционного нереста З. С. Кауфман (1977) объясняет тем, что при возникновении неблагоприятных условий может погибнуть только одна генерация половых клеток, но сохраняются все остальные. Кроме того, единственный нерест большого количества гамет обострил бы пищевую конкуренцию между будущими личинками, поэтому ослабить эту конкуренцию в состоянии лишь вымет гамет отдельными порциями.

Различия между размерными группами мидий увеличивают и индивидуальную неоднородность популяции, что повышает ее адаптационный потенциал (Архипова, Шадрин, 1992). Следовательно, популяции "выгодны" репродуктивные различия, связанные с размером (возрастом) моллюсков. Вероятно, именно поэтому в восточной части губы, примыкающей непосредственно к городу и наиболее подверженной антропогенному воздействию, у мидий между размерными группами различия были выражены сильнее, чем в других обследованных районах Авачинской губы. В северо-западной части губы, где температура воды несколько выше, соленость - ниже, а антропогенное воздействие - меньше, чем в других районах, сезонные изменения в мень-

шей степени затрагивают и величину гонадного индекса у наиболее крупных мидий, у которых не выражено его увеличение в мае-июне. С увеличением размера мидий продолжительность вымета половых клеток возрастает (Архипова, Шадрин, 1992), и у крупных мидий вымет гамет происходит одновременно с созреванием половых клеток (Архипова, Буяновский, 1988). Во всех обследованных районах соотношение полов у тихоокеанской мидии составляло 1:1.

У о-ва Шумшу опустошение гонад мидий было отмечено в начале августа. В тот же период у о-ва Атласова у 50 % моллюсков гонады содержали ооциты, характерные для посленерестового состояния. У м. Лопатка во второй половине июля большинство самок мидий имело гонады с ооцитами на стадии большого роста с хорошо выраженным ядром и ядрышком; у самцов сперматогенный слой был хорошо развит. В начале августа здесь же у 60 % особей в гонадах были отмечены зрелые гаметы. Однако уже через пять дней моллюски имели опустошенные гонады с незначительным количеством невыметанных гамет. Данные, полученные гистологическими методами, подтверждаются сравнением гонадных индексов. В этот период гонадный индекс у мидий понижался. Таким образом, массовый вымет гамет у мидий из поселения у м. Лопатка длился пять дней. Более короткая продолжительность нереста у тихоокеанской мидии из поселения у м. Лопатка по сравнению с таковой из других поселений моллюсков, по-видимому, объясняется гидрологическими условиями среды обитания. Сравнение гонадных индексов самок и самцов в обследованных районах показал, что в целом этот показатель у самцов был несколько выше, чем у самок.

В лагуне Гладковской, так же как в Авачинской губе, наблюдающееся в середине июня опустошение гонад нельзя считать собственно нерестом, так как оно не ведет к появлению личинок в планктоне.

Нерест здесь проходит с конца июля до середины августа при температуре поверхностного слоя воды $+10-11^{\circ}\text{C}$, тогда как в Авачинской губе нерест длится с середины июля по середину августа при температуре воды $+12-13^{\circ}\text{C}$. Разница заключается также в том, что вместе с нерестом у мидий в Авачинской губе происходила и посленерестовая перестройка, тогда как в лагуне Гладковской посленерестовая перестройка осуществлялась практически только после полного вымета гамет. По-видимому, различия в этапах гонадного цикла мидий в Авачинской губе и в лагуне Гладковской (таблица) можно объяснить различиями температурного режима в местах обитания моллюсков.

В лагуне Гладковской нерест мидий во всех размерных группах происходил в конце июля (Архипова, 1990). Первая когорта личинок с максимальным размером около 180 мкм появилась здесь в начале августа (Отчет о научно-исследовательской работе ..., 1989), по-видимому, в результате вымета гамет мидиями размером более 40 мм. Вторая когорта, представленная более мелкими личинками, появилась в конце августа. Плотность личинок второй когорты была существенно выше, чем плотность личинок первой когорты. Наличие личиночного пула и увеличение гонадного индекса позволяют судить о том, что массовый нерест прошел в конце июля во всех размерных группах. Пребывание личинок в планктоне в течение месяца свидетельствует о более растянутом вымете половых клеток в группе мидий с длиной раковины 20-30 мм, который длился до начала сентября.

Средняя длина раковины мидий в лагуне Гладковской составляла 41,5 мм, а у м. Гладкий и в б. Сенькина - соответственно 30,2 и 32,4 мм. По-видимому, достаточно высокие значения гонадных индексов при меньшей длине раковины мидий из поселений на открытых мысах о-ва Медный можно объяснить тем, что в условиях постоянного наката и сильного перемешивания водных масс на открытых скалистых мысах

моллюски вынуждены увеличивать производство гамет, ведущее к увеличению массы гонад. Возможно, увеличение массы гонад является следствием увеличения количества половых клеток.

По срокам и длительности основных этапов гонадный цикл тихоокеанской мидии из поселений в Авачинской губе и у о-ва Медный наиболее близок к гонадному циклу *M. trossulus* с побережья западной Канады и *M. edulis* из Баренцева и Белого морей.

Таблица.

Этапы гонадного цикла тихоокеанской мидии Авачинской губы и лагуны Гладковской в летне-осенний период

Время исследований	Авачинская губа, 1984-85 гг.	лагуна Гладковская, 1987-88 гг.
--------------------	---------------------------------	------------------------------------

Этапы гонадного цикла

созревание	нерест	перестройка	созревание	нерест	перестройка
------------	--------	-------------	------------	--------	-------------

01.07 - 15.07.	+	частичный	-	+	частичный	-
15.07. - 30.07	+	полный	-	+	частичный	-
30.07 - 15.08.	-	полный	+	+	полный	-
15.08. - 01.09.	+	-	+	+	частичный	+
01.09 - 15.09.	-	-	+	-	частичный	+

4.2. Нерест мидий в разных участках ареалов

По литературным источникам приведены температура и сроки нереста мидий *Mytilus edulis*, *M. trossulus* и *M. galloprovincialis* в разных участках их ареалов. У *M. edulis* и *M. trossulus* в северных морях вымет гамет приурочен к наиболее теплomu времени года, когда средняя температура поверхностного слоя воды достигает +10-12°C. Г. Г. Винберг (1987) отмечал, что оптимальные условия для развития пойкилотермных морских животных достигаются при температуре воды близкой к +12°C. В некоторых случаях вымет гамет не ведет к появлению личинок в планктоне (Буяновский, 1988). Как видно из литературных данных, температура воды может замедлять или ускорять гаметогенетические процессы (Loosanoff, 1969; Kinne, 1970).

У мидий *M. trossulus* из прикамчатских вод и западной Канады сроки нереста совпадают, а сам нерест длится с середины до конца лета. Сроки нереста *M. galloprovincialis* из поселений у побережья о-ва Хонсю (Япония) и северной Калифорнии существенно отличаются от таковых в других акваториях.

ВЫВОДЫ

1. В подверженной антропогенному прессу восточной части Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) у мидий *M. trossulus* изменчивость гонадного индекса выше таковой моллюсков из поселения в относительно не загрязненной северо-западной части губы.

2. Изменчивость гонадного индекса мидий с длиной раковины 20-30 мм выше изменчивости гонадного индекса моллюсков с длиной раковины 30-40 мм и более 40 мм.

3. В поселениях тихоокеанской мидий Авачинской губы и лагуны Гладковской о-ва Медный (Командорские острова) соотношение полов близко к 1:1.

4. Этапы гонадного цикла *M. trossulus* из литоральных и сублиторальных поселений состоят из созревания, опустошения и посленерестовой перестройки. По времени эти этапы сильно перекрывают друг друга.

5. Массовый нерест *M. trossulus* происходит: в Авачинской губе - со второй половины июля по конец августа при температуре воды +12-13°C; в лагуне Гладковской - со второй половины июля по середину августа при +10-11°C; у м. Лопатка - с конца июля по начало августа при +10°C; у островов Шумшу и Атласова северных Курильских островов - в начале августа при температуре воды +10°C.

6. В обследованных поселениях самцы мидий созревают более асинхронно и на 1,5 месяца позднее самок заканчивают вымет гамет.

7. Годовой гонадный цикл мидий зависит от средних размеров (возраста) моллюсков. Различия между размерно-возрастными группами мидий увеличивают индивидуальную неоднородность популяций, что повышает их адаптационный потенциал.

8. Сроки нереста мидий из Авачинской губы и лагуны Гладковской наиболее близки к срокам нереста *M. trossulus* с западного побережья Канады и *M. edulis* из Баренцева и Белого морей.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. Мизинчикова (Архипова) Е. А., Буяновский А. И. Сезонные изменения в гонадах мидий *Mutilus edulis* в Авачинской губе // Ихтиология, гидробиология, энтомология и паразитология: Тез. докл. 11-го

- Всес. симп. "Биологические проблемы Севера". Якутск 5-10 авг. 1986 г. Якутск. 1986. вып. 4. С. 95-96.
2. Мизинчикова (Архипова) Е. А. Нерест съедобной мидии в некоторых районах шельфа юго-восточной Камчатки и Курильских островов // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тез. докл. 3-й Регион. конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. Южно-Сахалинск 19-22 окт. 1986. Южно-Сахалинск: ДВНЦ АН СССР. 1986. С. 44-45.
 3. Долгов В. Л., Буяновский А. И., Мизинчикова (Архипова) Е. А. Продолжительность жизненного цикла, размерно-возрастной состав поселений и способ реализации пола мидии съедобной в различных географических районах // Закономерности индивидуального развития живых организмов: Материалы 7-го Всес. совещания эмбриологов. Ленинград, 1986 г. М.: Наука. 1986. Ч. 2. С. 5.
 4. Долгов В. Л., Буяновский А. И., Мизинчикова (Архипова) Е. А. Протандрическая реализация пола в стационарном поселении мидий из Авачинского залива // Биол. моря. 1987. Н. 3. С. 30-33.
 5. Архипова Е. А., Буяновский А. И. Внутрипопуляционные особенности гонадного цикла мидии съедобной в Авачинской губе (Восточная Камчатка) // Симп. по онтогенезу мор. беспозв.: Тез. докл. 3-й Всес. конф. по мор. биол., Севастополь 18-20 окт. 1988 г. Владивосток. 1988. С. 11-12.
 6. Архипова Е. А. Гаметогенез *Mytilus trossulus* в Авачинской губе (Восточная Камчатка) и в лагуне Гладковской (о. Медный Командорские острова) // Биол. ресурсы шельфа, их рационал. использов. и охрана: Тез. докл. 4-й Регион. конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. Владивосток 23-25 окт. 1989 г. Владивосток. 1989. С. 3.

7. Архипова Е. А. Гонадный цикл разноразмерных мидий в лагуне Гладковской о. Медного Командорских островов // Тез. докл. 5-й Всес. конф. по промысл. беспозв., Минск-Нарочь 9-13 окт. 1990г. М.: ВНИРО. 1990. С. 101-102.
8. Архипова Е. А., Шадрин Н.В. Гонадный цикл у тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* из Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Биол. моря. 1992. N. 1-2. С. 96-100.
9. Архипова Е. А. Сезонные изменения гонад тихоокеанской мидии в лагуне Гладковской (Командорские острова) // Биол. моря. 1992. N. 5-6. С. 97-100.

Елена Анатольевна Архипова

ЭКОЛОГИЯ И ГАМЕТОГЕНЕЗ ТИХООКЕАНСКОЙ МИДИИ
В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПАЦИФИКИ

АВТОРЕФЕРАТ

Формат 60x84.16

Подписано к печати 16 октября 1998 г.

Объем: 28 стр. А5.

Заказ от 28 октября 1998 г.

Тираж 100 экз.

Отпечатано на полиграфической базе частного предприятия "У пушки"
по адресу: Петропавловск-Камчатский, ул. Ленинская, 20.