

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA* *GIGAS* (THUNBERG, 1793) В АМУРСКОМ И УССУРИЙСКОМ ЗАЛИВАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2015 г. В. А. Куликова, Н. К. Колотухина, В. А. Омеляненко

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток 690041
e-mail: kulikova_imb@mail.ru

Статья принята к печати 05.02.2015 г.

Исследованы сроки нахождения в планктоне, численность и распределение пелагических личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Амурском и Уссурийском заливах в 2007 и 2008 гг. Личинки присутствовали в планктоне с мая по сентябрь включительно при температуре воды от 13 до 23°C. В обоих заливах плотность личинок была наибольшей в июле – в период, предшествующий максимальному прогреву воды, в августе она снижалась в 2 раза. Средняя плотность личинок устрицы в Амурском заливе составляла 475 экз/м³ в 2007 г. и 400 экз/м³ в 2008 г., в Уссурийском заливе – 275.0 и 7.5 экз/м³ соответственно. Распределение и обилие личинок *C. gigas* в исследуемых заливах хорошо согласуются с литературными данными по количественному распределению взрослых моллюсков. Полученные результаты обсуждаются в связи с гидрологией и физико-химическими характеристиками заливов.

Ключевые слова: *Crassostrea gigas*, личинки, плотность, распределение, залив Петра Великого, гидродинамика, температура, соленость.

Dynamics of density and distribution of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in Amursky and Ussuriysky bays, the Sea of Japan. V. A. Kulikova, N. K. Kolotukhina, V. A. Omelyanenko (A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041)

The time of occurrence in the plankton, density, and distribution of pelagic larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Amursky and Ussuriysky bays were studied in 2007 and 2008. The larvae were present in the plankton from May through September at a water temperature of 13 to 23°C. In both bays, the larval density was highest in July, in the period preceding the maximum warming of water, and it decreased 2-fold in August. The average density of Pacific oyster larvae was 475 indiv./m³ in 2007 and 400 indiv./m³ in 2008 in Amursky Bay and 275.0 and 7.5 indiv./m³, respectively, in Ussuriysky Bay. The distribution and abundance of *C. gigas* larvae in the investigated bays well agree with the literature data on the quantitative distribution of the adult oysters. The results are discussed in connection with the hydrology and physico-chemical characteristics of the bays. (Biologiya Morya, 2015, vol. 41, no. 5, pp. 312–318).

Keywords: *Crassostrea gigas*, larvae, density, distribution, Peter the Great Bay, hydrodynamics, temperature, salinity.

Двустворчатый моллюск *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) – тихоокеанский, приазийский субтропическо-низкобореальный вид. Обитает на литорали и в верхней сублиторали в Желтом, Японском и Охотском (зал. Анива) морях и на южнокурильском мелководье (Скарлато, 1981; Lutaenko, Noseworthy, 2012). В 1980-х г. интродуцирован в Черное море из северо-западной части Японского моря. Тихоокеанская устрица – один из основных объектов культивирования в мировом устрицеводстве (Ладыгина, 2007), что обусловлено ее экологической пластичностью, хорошими вкусовыми качествами и высокими темпами роста. В зал. Петра Великого *C. gigas* обитает преимущественно в Уссурийском и Амурском заливах и в зал. Посыета. Селится на глубине 0.5–7.0 м, местами образуя сплошные поселения (банки) на илисто-песчаных и скалистых грунтах (Скарлато, 1981).

Наиболее полные сведения о распределении личинок тихоокеанской устрицы в пределах зал. Петра Великого были получены для зал. Посыета и Славянского залива (Свешников, Крючкова, 1971; Раков, 1975, 1977, 1979; Микулич, Бирюлина, 1977; Белогрудов и др., 1986; Раков, Золотова, 1986). Некоторые данные о личинках этого вида приведены в работах, посвященных изучению личиночного планктона в целом или личинок *Bivalvia* в зал. Восток (Омеляненко, Куликова, 2011), Амурском и Уссурийском заливах (Куликова, Колотухина, 1990, 1991; Омеляненко и др., 2004; Куликова и др., 2013, 2014). Однако проведенные исследования носили нерегулярный характер и охватывали отдельные участки акваторий.

Задача настоящей работы – определить сроки размножения устрицы *C. gigas*, период встречаемости личинок этого вида в планктоне, их обилие и особенности распределения в Амурском и Уссурийском заливах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящего исследования послужили пробы планктона из Амурского и Уссурийского заливов, собранные сотрудниками Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра на 73 станциях в 2007 г. и на 66

станциях в 2008 г. (рис. 1). В Уссурийском заливе пробы брали с мая по октябрь в 2007 г. (7 съемок) и с июня по октябрь в 2008 г. (6 съемок); в Амурском заливе – с конца мая до середины октября в 2007 г. (9 съемок) и с мая по сентябрь в 2008 г. (8 съемок). Учитывая степень обособленности и особенности гидродинамики Амурского залива, его акваторию услов-

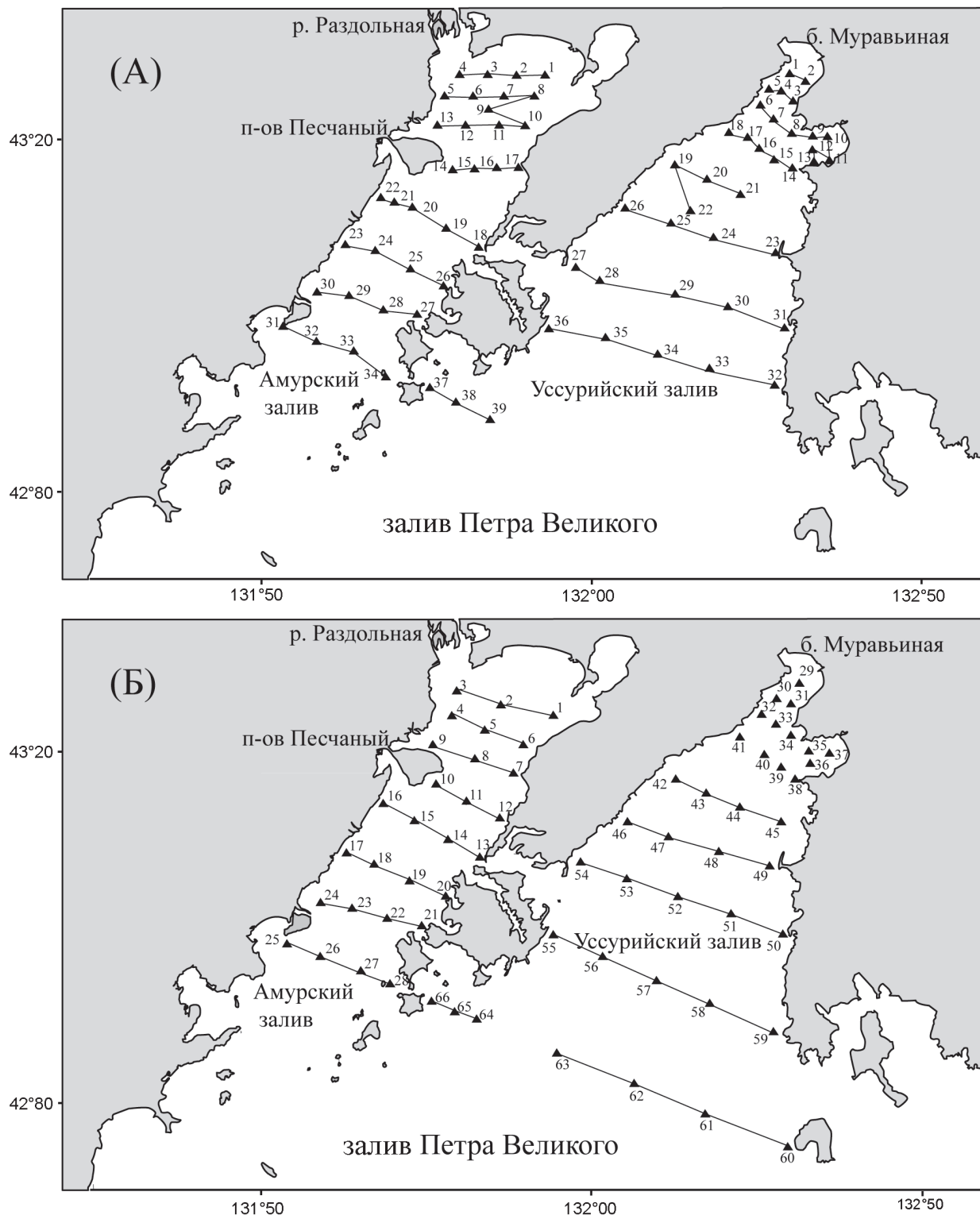


Рис. 1. Карта-схема района работ в 2007 (А) и 2008 (Б) годах. Цифрами обозначены номера станций.

но разделили на вершинную северную часть (станции 1–17 в 2007 г. и станции 1–12 в 2008 г.) и открытую южную часть (станции 18–34 в 2007 г. и станции 13–28 в 2008 г.). На акватории Уссурийского залива выделили куттовую северную часть (станции 1–18 в 2007 г. и станции 29–41 в 2008 г.) и открытую южную часть (станции 19–39 в 2007 г. и станции 42–66 в 2008 г.). Планктон собирали с помощью сети Джеди с площадью входного отверстия 0.1 м² и фильтрующим конусом из газа с размером ячеи 112 мкм. На каждой станции лов осуществляли по вертикали в слое 0–10 м, одновременно измеряли температуру воды. Пробы обрабатывали в соответствии с методикой, предложенной ранее (Куликова и др., 2013, 2014).

Карты распределения личинок в периоды их максимальной численности построены в программе Surfer 8 методом Natural Neighbours согласно сетке станций.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Амурский залив

В 2007 г. первые личинки *Crassostrea gigas* были обнаружены в планктоне в середине июля при температуре воды 18.1°C (рис. 2А). Личинки присутствовали на восьми станциях, их плотность изменялась от 24 до 564 экз/м³ при среднем значении 140 экз/м³. Плотность личинок была наибольшей на станциях 10, 12 и 17 в северной части залива. К концу июля плотность личинок значительно увеличилась, максимальные значения 720–999 экз/м³ зарегистрированы на станциях 1, 5 и 8 при среднем значении 475 экз/м³. В начале августа в северной части залива самая высокая плотность личинок устрицы была отмечена на станции 11 (400 экз/м³, ранние стадии). В южной части залива личинки преобладали на станции 18 (на входе в прол. Босфор-Восточный у

южной оконечности п-ва Шкота), а также на станциях 26 и 27, расположенных у западного берега о-ва Русский, их плотность варьировала от 108 до 918 экз/м³. На других станциях в южной части залива плотность личинок не превышала 44–67 экз/м³. Средняя плотность личинок в этот период при температуре воды около 22°C составляла 220 экз/м³. Во второй половине августа при температуре воды 23°C численность личинок на акватории Амурского залива резко снизилась и оставалась невысокой в начале сентября. В этот период личинки были отмечены только на нескольких станциях; их плотность составляла 1–23 экз/м³.

В 2008 г. личинки устрицы были найдены в планктоне значительно раньше, чем в 2007 г. (рис. 2Б). Они присутствовали на восьми станциях уже в начале июня при температуре воды около 13°C. Плотность личинок изменялась от 5 до 21 экз/м³, но самой высокой она была на станциях 19, 23, 25 и 27 в южной части залива. В северной части залива личинки появились лишь во второй половине июня при температуре воды 17.5°C на станциях 2, 4, 7 и 8. На станциях 19, 21 и 25 в южной части залива их плотность в это время уже достигала 32–85 экз/м³. Средняя плотность личинок в заливе в конце июня не превышала 30 экз/м³. В июле, когда температура воды повысилась до 21.0–22.5°C, личинки *C. gigas* встречались на большинстве станций в течение всего месяца, их средняя плотность составляла около 400 экз/м³. В северной части залива личинки были обнаружены на всех станциях, кроме станции 9; их плотность изменялась от 156 до 1890 экз/м³ (превышала 1000 экз/м³ на станциях 1, 2, 6). В южной части зали-

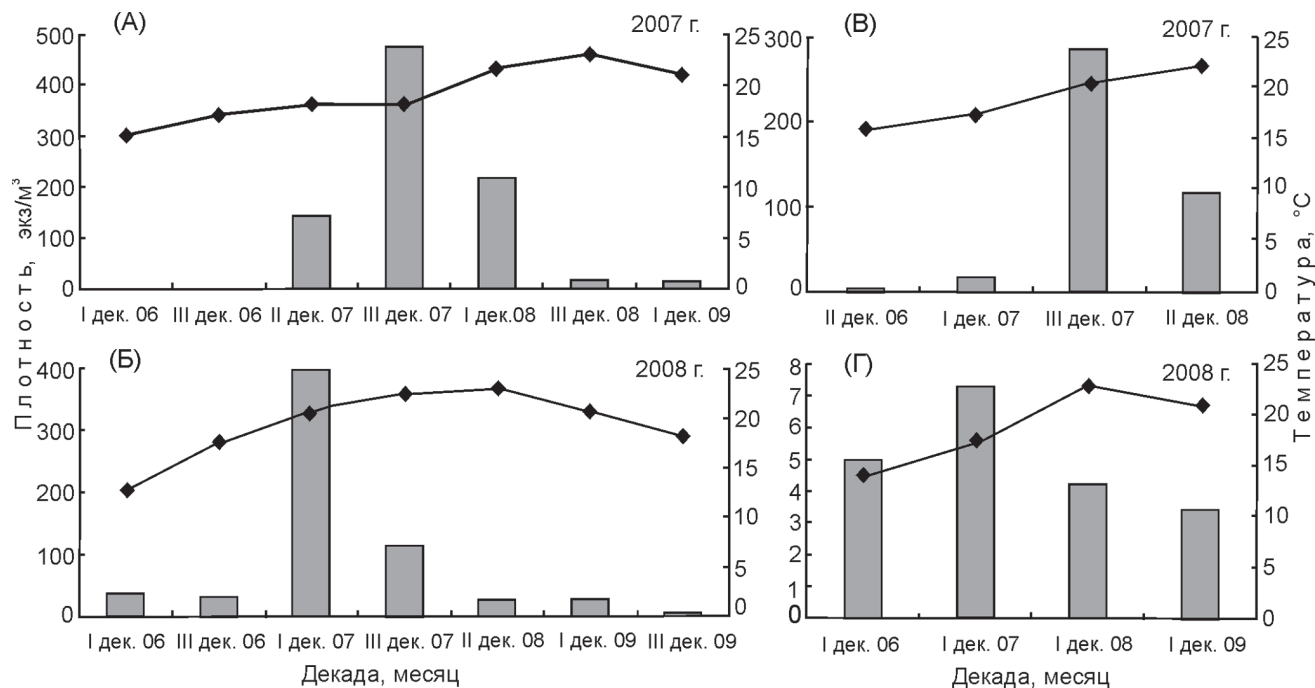


Рис. 2. Средняя плотность личинок *Crassostrea gigas* (гистограмма) и температура (кривая) в Амурском (А, Б) и Уссурийском (В, Г) заливах в 2007 (А, В) и 2008 (Б, Г) годах.

ва личинки были найдены только на семи станциях; на двух из них плотность личинок не достигала 100 экз/м³, а на остальных изменялась от 100 до 640 экз/м³. К концу июля при температуре воды 22.5–23.0°C в северной части залива личинки по-прежнему встречались повсеместно, однако на станциях 2, 3 и 4 в вершине залива их плотность снизилась до 360–780 экз/м³. На юге залива личинки были обнаружены только на двух станциях; их плотность не превышала 50 экз/м³. В августе при температуре воды 23°C личинки также были сосредоточены в северной части залива, но относительно высокой (155 экз/м³) их плотность была только на станции 4, на других станциях она не превышала десятков экземпляров в 1 м³. В начале сентября плотность личинок в Амурском заливе исчислялась единицами и десятками, лишь на станции 10 они были представлены заметным количеством – 204 экз/м³. К концу сентября личинки устрицы встречались единично.

Уссурийский залив

В 2007 г. личинки *C. gigas* присутствовали в планктоне с середины июня до середины августа (рис. 2В). В июне при температуре воды 15.7°C единичные экземпляры были найдены в южной части залива на станции 28. В начале июля при температуре воды 17.8°C личинки устрицы были обнаружены на восьми станциях; их плотность изменялась от 5 до 78 экз/м³ при среднем значении 20 экз/м³. В третьей декаде июля, когда температура воды достигла 21°C, плотность личинок была самой высокой (749 экз/м³) на станции 3 в вершине залива; средняя плотность личинок в этот период составляла 275 экз/м³. В середине августа при максимальном прогреве воды личинки устрицы присутствовали на 18 станциях, однако плотность личинок снизилась почти в 2 раза, до 120 экз/м³. Самой высокой (150–548 экз/м³) плотность личинок была на станциях 19–22 и 37.

В 2008 г. пробы брали в начале июня, июля, августа и сентября. При повсеместном распространении личинок *C. gigas* их плотность в планктоне была очень низкой и варьировала от 1 до 17 экз/м³ при средней плотности в разные месяцы 3–7 экз/м³ (рис. 2Г). Выше 10 экз/м³ плотность личинок была на станциях 29 и 38 в вершине залива и на станции 44 в его центральной части. Температура воды изменялась от 14°C в июне до 23°C в начале августа. В июле и августе личинки были сосредоточены в кустовой части залива на станциях 38–40.

ОБСУЖДЕНИЕ

Теплолюбивому виду *Crassostrea gigas* для размножения требуется относительно высокая температура воды, поэтому личинки устрицы развиваются в планктоне в самое теплое время года. Однако диапазон температуры в период нахождения личинок устрицы в планктоне Амурского и Уссурийского заливов оказался довольно широким – от 14 до 23°C. Если в Амурском заливе в 2007 г. плотность личинок была самой высокой при тем-

пературе воды 18.3°C, то в 2008 г. – при 21°C, причем они появились значительно раньше, чем в 2007 г. Очевидно, это связано с более ранним и быстрым прогревом воды (рис. 2). В Уссурийском заливе в 2007 г. размножение устрицы наблюдалось также позднее, чем в 2008 г.; максимальное количество личинок зарегистрировано в третьей декаде июля при температуре воды 20.5°C. В обоих заливах плотность личинок была наибольшей в период, предшествующий максимальному прогреву воды.

Ранее было показано, что в Амурском заливе самыми массовыми среди личинок *Bivalvia* были личинки устрицы (Куликова и др., 2014). По данным 2008 г., их доля была максимальной в июле, к тому же в северной части залива она была в 2–3 раза выше, чем в более открытой южной (42–44 и 15–23% соответственно). В августе в результате оседания относительное содержание личинок *C. gigas* среди других двустворчатых моллюсков в заливе сократилось почти в 2 раза, а в начале сентября не превышало 2.2% в северной и 1.4% в южной части залива. В Уссурийском заливе при меньшей численности личинок устрицы их доля в северной части залива изменялась от 2% в июне до 10% в июле. В открытой части этого залива в период относительно высокой плотности личинок их доля даже немного превышала таковую в вершинной части залива (Куликова и др., 2013).

Исследования меропланктона, проводившиеся в Амурском заливе в 1991 г., показали, что на отдельных станциях личинки *C. gigas* появились в начале июня (максимальная плотность 230–750 экз/м³). К концу июня личинки распространились вдоль северо-восточного побережья Амурского залива; их плотность была наибольшей (1830 экз/м³) у устья р. Вторая Речка. В первой половине июля личинки встречались повсеместно, максимальная плотность (16 100 экз/м³) отмечена у п-ва Песчаный. Температура и соленость воды в период высокой плотности личинок устрицы варьировали в разных частях акватории в пределах 13.5–22.4°C и 23–35‰ соответственно. В конце июля и в августе численность личинок снизилась (Omelyanenko, Kulikova, 2004).

Круглогодичные сборы меропланктона (1996 и 1997 гг.) в прибрежной северо-восточной части Амурского залива в одной точке между станциями 7 и 12 (рис. 1) показали, что личинки устрицы присутствовали в планктоне с июля по август. В июле плотность личинок была максимальной, она достигала 5040 экз/м³ в 1996 г. и 3860 экз/м³ в 1997 г. В августе средняя плотность личинок снизилась до 837 и 231 экз/м³ соответственно. Относительно низкая численность личинок устрицы в 1997 г., вероятно, была обусловлена медленным прогревом придонных вод, что сказалось на сроках нереста и обилии личинок (Омельяненко и др., 2004). В 2005 г. в северной части Амурского залива были проведены одно-разовые съемки меропланктона в середине июня и августа. В июне личинки устрицы отсутствовали. В августе при средней плотности 1000 экз/м³ они оказались наиболее массовыми как среди личинок *Bivalvia*, так и всего меропланктона (Kulikova, Omelyanenko, 2009).

Динамику численности и распределение личинок *C. gigas* как хозяйственно важного вида изучали ранее и в других районах зал. Петра Великого. Наиболее полные многолетние данные получены для заливов Посыета и Восток. В зал. Посыета, расположенном в юго-западной части зал. Петра Великого, нерест устрицы начинался, как правило, 19–20 июня. Личинки присутствовали в планктоне с середины июня по сентябрь при температуре воды от 15 до 27°C; их максимальная численность (до 10 000 экз/м³) отмечена в июле–августе (Раков, 1975, 1979). Минимальной численность личинок *C. gigas* в зал. Посыета была в 1976, 1983 и 1984 гг., максимальной – в 1975, 1979 и 1982 гг. (Белоградов и др., 1986; Раков, Золотова, 1986). Низкая численность личинок *C. gigas* в зал. Посыета, очевидно, связана с резкими скачками температуры и солености воды в период размножения устрицы (Раков, 1979). В зал. Восток, расположенном в восточной части зал. Петра Великого, в 1976–1984 и 1990–2009 гг. личинки устрицы присутствовали в планктоне преимущественно в июле–августе с максимальной плотностью 75–150 экз/м³ в первой половине августа при температуре воды 21–22°C. В 1985–1989 гг. в зал. Восток личинки устрицы встречались единично. В эти годы зима была очень холодной и снежной, поэтому в весенний период в результате стока рек и таяния льда соленость в кутовой части залива понижалась, что отрицательно влияло на активность нереста. В июле и августе из-за частых тайфунов с продолжительными дождями вода периодически опреснялась до 2–5‰, что также отражалось на репродукции устрицы (Куликова, Колотухина, 1986, 1991; Омеляненко, Куликова, 2011).

Литературные данные по влиянию солености на воспроизводство *C. gigas* противоречивы. Так, у берегов Японии снижение солености до 27‰ ингибировало нерест этого вида (Fujiya, 1970). Однако в зал. Посыета в 1986 г. наибольшее количество личинок устрицы было обнаружено в воде соленостью около 24‰ (Григорьева, 1989). Согласно экспериментальным данным Ярославцевой с соавторами (1990), личинки устрицы оставались жизнеспособными даже при опреснении до 16–18‰, а взрослые особи – до 24‰. В условиях гипотонии (ниже 10‰) оплодотворение у устрицы обычно не наблюдалось. При солености 10–18‰ оплодотворение происходило, но эмбриональное развитие носило аберрантный характер, а развитие устрицы замедлялось (Святогор и др., 1987).

В лагуне Буссе (зал. Анива, Охотское море) *C. gigas* нерестилась и личинки развивались при годовом максимуме температуры (16–22°C) с середины августа по начало сентября (Куликова, 1979а, б; Куликова, Сергеев, 2003). В 1973 и 1974 гг. максимальная концентрация личинок устрицы в лагуне составляла соответственно 350 и 120 экз/м³. Однако в 2000 и 2001 гг. численность личинок устрицы превысила эти значения в десятки и сотни раз, а их доля от общей численности личинок *Bivalvia* составляла 55.1–81.3%. В сопредельном с лагуной Буссе зал. Анива, несмотря на хороший водообмен, личинки *C. gigas* практически отсутствовали. Их выносу из лагуны

препятствует местное течение, имеющее циклональный характер (Куликова, 1979а).

Известно, что изрезанность береговой линии (наличие на ней мелких заливов и бухт) создает условия для развития стабильной литоральной и сублиторальной фауны, личинки большей части которой удерживаются местными течениями. Именно к таким районам можно отнести многочисленные мелкие заливы у побережий Амурского и Уссурийского заливов и зал. Посыета. В эстуарной зоне механизм удерживания личинок значительно сложнее. Личинки, вначале дрейфующие в поверхностных водах в сторону моря, затем попадают в глубинные воды и с ними перемещаются в сторону суши, в результате большая их часть оседает в пределах самого эстуария (Thorson, 1946; Mileikovsky, 1973; Garland, Zimmer, 2002; Garland et al., 2002). Примером могут служить эстуарии рек Раздольная в Амурском заливе, Суходол и Артемовка в Уссурийском заливе, Волчанка и Литовка в зал. Восток. Однако реально процесс дрейфа носит еще более сложный характер, так как личинки реагируют вертикальным перемещением на изменения гидростатического давления и солености в ходе приливно-отливного цикла, что сказывается и на их горизонтальных перемещениях.

В Амурском и Уссурийском заливах распределение личинок устрицы хорошо согласуется с расположением поселений взрослых особей. Распространение и обилие устрицы в этих заливах было исследовано Приморской экспедицией в 1931 г., которой руководил А.И. Разин (1934). В Амурском заливе устричные рифы, банки и поля были локализованы преимущественно в северной части: у п-ва Де-Фриза, в зал. Угловой, у мыса Грозный и о-ва Скребцова, в районе р. Первая Речка, у п-ва Песчаный, в бухтах Алексеева (о-в Попова) и Сидими, в Славянском заливе, в бухтах Новик и Воевода о-ва Русский. По современным данным (Раков, Бродянский, 1985; Лутаенко, 2002), характер распределения устрицы с тех пор не изменился. Устричники распространены от зал. Угловой вдоль восточного берега до р. Вторая Речка, вокруг п-ва Песчаный, в бухтах Новик и Воевода о-ва Русский, вокруг о-ва Попова и в Славянском заливе. Соответственно, и личиночный планктон на этих участках акватории Амурского залива отличается относительно высоким содержанием личинок *C. gigas*. Удержанию и высокой концентрации личинок устрицы в северной части Амурского залива способствует существующая здесь система течений: летом под влиянием преобладающего юго-восточного ветра формируется циклональная циркуляция вод (Ивашенко, 1993), в границах которой и находится основная масса личинок. Однако не исключено, что стоковое течение р. Раздольная может способствовать выносу достаточного количества личинок в центральный и южный районы Амурского залива. Анализ соответствия распределения взрослых особей и личинок *C. gigas* показал, что максимальная плотность личинок (рис. 3) наблюдалась в районе циклонального круговорота в северной части залива, где в непосредственной близости находятся поселения устрицы. Отклонение пятна

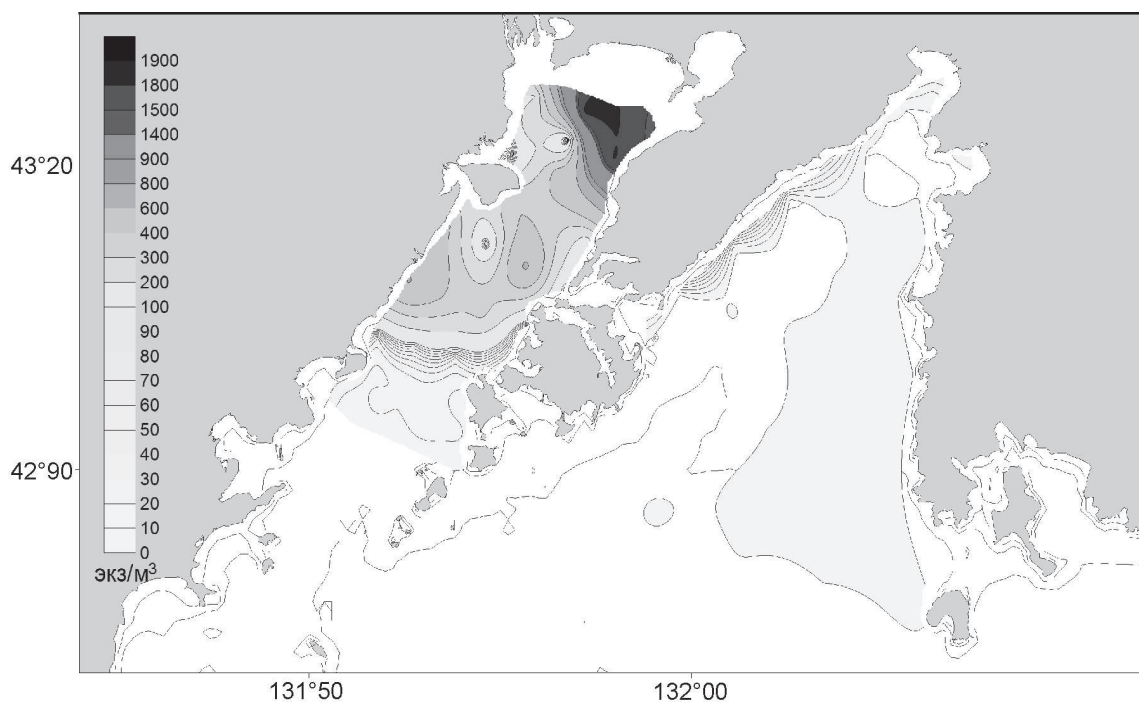


Рис. 3. Распределение плотности пелагических личинок *Crassostrea gigas* в Амурском и Уссурийском заливах в 2007 г.

самой высокой плотности личинок к восточному берегу хорошо согласуется с влиянием стокового течения р. Раздольная, отгоняющего личинок в этом направлении.

Для Уссурийского залива данные по распределению устрицы ограничены. По данным Разина (1934), скопления устрицы находились в эстуарном районе б. Муравьиная и в бухтах Андреева, Большого Камня и Суходол у восточного побережья. Живые особи устрицы были обнаружены в бухтах Тихая и Десантная (массовые поселения), в выбросах – в бухтах Соболиная, Горностай, Лазурная, Муравьиная и Суходол (Лутаенко, 2005). По нашим данным, личинки *C. gigas* преобладали в западном побережье залива на станции 19 в местах наибольшего скопления устрицы. На большей части акватории плотность личинок не превышала 100 экз/м³, однако в небольшом количестве они встречались на всей акватории залива (рис. 3).

Сравнение собственных и литературных данных показало, что сроки размножения *C. gigas* в Амурском и Уссурийском заливах сопоставимы с таковыми в зал. Посьета. При этом температура воды в зал. Посьета на 2°C выше, чем в исследуемых нами заливах, в начале периода размножения и на 4–5°C – в период максимальной численности личинок. В зал. Восток размножение устрицы происходит позднее и в более узких временном (июль–август) и температурном (18–22°C) диапазонах. На самом северном участке ареала в лагуне Буссе устрица размножается в сжатые сроки, преимущественно с конца августа до начала сентября при годовом максимуме температуры 16–22°C. Таким образом, синхронный нерест и непродолжительный период встречаемости личинок устрицы в планктоне менее прогреваемых северных

участков ареала обусловлены относительно коротким периодом температуры, оптимальной для ее размножения.

Анализ данных, полученных для северной части Амурского залива в 1991, 1996, 1997, 2004, 2013, 2014 гг., показал, что численность личинок *C. gigas* в этом районе не уменьшилась и личинки устрицы входят в число доминирующих среди личинок Bivalvia, что позволяет говорить о ее успешном размножении. Небольшое количество или полное отсутствие личинок устрицы в отдельные годы связано с неблагоприятной гидрологической обстановкой в период нереста данного вида и развития его личинок в планктоне. В Амурском заливе личинок устрицы значительно больше, чем в Уссурийском, что свидетельствует о низкой численности взрослых особей устрицы в этом заливе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белогрудов Е.А., Раков В.А., Шепель Н.А. Многолетние изменения в динамике численности личинок промысловых двусторчатых моллюсков в мелководных бухтах залива Петра Великого // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным (Севастополь, апр. 1986 г.). М.: ВНИРО. 1986. Ч. II. С. 179–180.
- Григорьева Н.И. Распределение личинок гигантской устрицы и дальневосточного трепанга в естественных условиях (зал. Посьета Японского моря) // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тез. докл. IV Регион. конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока (Владивосток, 23–25 окт. 1989 г.). Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1989. С. 23–24.
- Иващенко Э.А. Циркуляция вод залива Петра Великого // Географические исследования шельфа дальневосточных морей: Межвуз. сб. науч. тр. Владивосток: ДВГУ. 1993. С. 31–61.

- Куликова В.А. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков лагуны Буссе (Охотское море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 1979а. 25 с.
- Куликова В.А. Особенности размножения двустворчатых моллюсков в лагуне Буссе в связи с температурными условиями водоема // Биол. моря. 1979б. № 1. С. 34–38.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К. Распределение личинок некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в северо-восточной части залива Петра Великого // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным (Севастополь, апр. 1986 г.). М.: ВНИРО. 1986. Ч. II. С. 250–251.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К. Личинки ряда промысловых видов двустворчатых моллюсков в заливе Восток (Японское море) и лагуне Буссе (Охотское море) // Тез. докл. V Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным. Минск (Нарочь), 9–13 окт. 1990 г. М.: ВНИРО. 1990. С. 119–121.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К. Распределение пелагических личинок некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в северо-восточной части залива Петра Великого // Экосистемные исследования: прибрежные сообщества залива Петра Великого. Владивосток: ДВО АН СССР. 1991. С. 99–110.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К., Омеляненко В.А. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Уссурийского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. 2013. Т. 39, № 6. С. 452–458.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К., Омеляненко В.А. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Амурского залива Японского моря // Биол. моря. 2014. Т. 40, № 5. С. 342–352.
- Куликова В.А., Сергеенко В.А. Численность и распределение пелагических личинок двустворчатых моллюсков и иглокожих в лагуне Буссе (залив Анива, остров Сахалин) // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 2. С. 97–105.
- Ладыгина Л.В. Микроводоросли как кормовые объекты личинок мидий и устриц: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь. 2007. 24 с.
- Лутаенко К.А. Фауна двустворчатых моллюсков Амурского залива (Японское море) и прилегающих районов. Ч. 1 // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. 2002. Вып. 6. С. 5–60.
- Лутаенко К.А. Двустворчатые моллюски Уссурийского залива (Японское море). Ч. 1 // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. 2005. Вып. 9. С. 59–81.
- Микулич Л.В., Бирюлина М.Г. Сезонная динамика пелагических личинок беспозвоночных в бухте Алексея // Исследования биологических полей Индийского и Тихого океанов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1977. С. 137–148.
- Омеляненко В.А., Куликова В.А. Пелагические личинки донных беспозвоночных залива Восток (залив Петра Великого, Японское море): состав, фенология и динамика численности // Биол. моря. 2011. Т. 37, № 1. С. 9–21.
- Омеляненко В.А., Куликова В.А., Погодин А.Г. Меропланктон Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. 2004. Т. 30, № 3. С. 191–207.
- Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья // Изв. ТИНРО. 1934. Т. 8. С. 1–110.
- Раков В.А. Динамика численности и распределение личинок тихоокеанской устрицы в заливе Посёта // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. Владивосток: ТИНРО. 1975. Вып. 6. С. 111–115.
- Раков В.А. Прогнозирование ранних стадий развития в процессе культивирования тихоокеанской устрицы в заливе Посёта // Шестой Советско-Японский симпозиум по вопросам аквакультуры и повышению биопродуктивности Мирового океана: Тез. докл. М.; Батуми: ВНИРО. 1977. С. 85–86.
- Раков В.А. Рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) в планктоне залива Посёта (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1979. Т. 103. С. 79–85.
- Раков В.А., Бродянский Д.Л. Первобытная аквакультура // Проблемы тихоокеанской археологии. Владивосток: Изд-во ДВГУ. 1985. С. 145–160.
- Раков В.А., Золотова Л.А. Многолетние изменения в динамике численности личинок тихоокеанской устрицы в заливе Посёта // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО. 1986. С. 48–57.
- Свешников В.А., Крючкова Г.А. Динамика численности пелагических личинок беспозвоночных в бухте Троицы Японского моря // Науч. сообщ. ИБМ АН СССР. Владивосток. 1971. Вып. 2. С. 200–202.
- Святогор Г.П., Дроздов А.Л., Кащенко С.Д., Ярославцева Л.М. Развитие гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в условиях гипотонии // Моллюски. Результаты и перспективы их исследований: Тез. докл. Восьмого всесоюз. совещ. по изучению моллюсков. Ленинград, апрель 1987 г. Л.: Наука. 1987. С. 258–259.
- Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука. 1981. 479 с.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Кащенко С.Д. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биол. моря. 1990. Т. 16, № 6. С. 36–42.
- Fujiya M. Oyster farming in Japan // Helgol. Wiss. Meeresunters. 1970. Vol. 20, no. 1–4. P. 464–479.
- Garland E.D., Zimmer C.A. Hourly variations in planktonic larval concentrations on the inner shelf: emerging patterns and processes // J. Mar. Res. 2002. Vol. 60. P. 311–325.
- Garland E.D., Zimmer C.A., Lenth S.J. Larval distribution in inner-shelf waters: the roles of wind-driven cross-shelf currents and diel vertical migrations // Limnol. Oceanogr. 2002. Vol. 47, no. 3. P. 803–817.
- Kulikova V.A., Omelyanenko V.A. Summer meroplankton of the northern part of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vladivostok: Dalnauka. 2009. Vol. 2. P. 205–228.
- Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. Catalogue of the living Bivalvia of the continental coast of the Sea of Japan (East Sea). Vladivostok: Dalnauka. 2012. 247 p.
- Mileikovsky S.A. Speed of active movement of pelagic larvae of marine bottom invertebrates and their ability to regulate their vertical position // Mar. Biol. 1973. Vol. 23, no. 1. P. 11–17.
- Omelyanenko V.A., Kulikova V.A. Pelagic larvae of Bivalvia, Gastropoda and Echinodermata in Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Proc. of the Workshop "Climate Variability and Human Activities in Relation to Northeast Asian Land-Ocean Interactions and Their Implications for Coastal Zone Management". Nanjing, China. December 4–8, 2004 (APN Project 2004-18 NMY). Nanjing: Nanjing Univ. 2004. P. 125–130.
- Thorson G. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Oresund) // Medd. Komm. Danm. Fisk. Havunders. Ser. Plankton. 1946. Vol. 4. 523 p.