

**ФОРМИРОВАНИЕ ИХТИОПЛАНКТОННОГО КОМПЛЕКСА
ЛАГУННОГО ОЗЕРА ИЗМЕНЧИВОЕ В УСЛОВИЯХ
МЕНЯЮЩЕГОСЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

О.Н. Мухаметова

Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), ул. Комсомольская, 196, Южно-Сахалинск, 693023, Россия. E-mail: olga@sakhniro.ru

В работе представлены результаты трехлетних исследований ихтиопланктонного комплекса лагунного оз. Изменчивое на двух этапах развития водоема: открытой прибрежной лагуны и изолированного соленого озера. Изучены пути формирования ихтиопланктона на каждом из этапов. Выявлены изменения качественного и количественного состава икры и личинок рыб в связи с межгодовыми различиями гидрологического режима.

Установлено, что ихтиопланктон реагирует на негативные факторы среды сходно с другими группами гидробионтов, что позволяет использовать его в качестве индикатора экологического стресса.

**THE FORMATION OF ICHTHYOPLANKTONIC COMPLEX
IN IZMENCHIVOYE LAGOON LAKE IN THE CONDITIONS
OF CHANGEABLE HYDROLOGICAL REGIME**

O.N. Mukhametova

Sakhalin Research Institute of Marine Fishery & Oceanography (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Street, Yushno-Sakhalinsk, 693023, Russia. E-mail: olga@sakhniro.ru

The results of three-year researches of ichthyoplankton complex of Izmenchivoye lagoon lake at the stage of open lagoon and isolated salty lake are presented in this publication. The ways of formation of ichthyoplankton on each stage were studied. The changes in qualitative and quantitative composition of fish eggs and larvae were revealed in the connection with interannual variations of a hydrological regime.

It was established, that ichthyoplankton reaction to negative factors of environment is similar to other groups of hydrobionts. This fact is allowed to use it as the indicator of ecological stress.

Лагунное оз. Изменчивое расположено на юго-востоке о-ва Сахалин в северо-восточной части Корсаковского плато. Озеро относится к малым по площади (около 9,5–13,0 км²), средним по глубине (до 5–7 м) соленым (более 25 %) водоемам лагунного происхождения (Бровко, 1990; Природа Корсаковского района, 1995; Лагуны Сахалина, 2002; Минеральные грязи..., 2002). Ширина косы, отделяющей озеро от моря, изменяется от 100 до 200 м. Водообмен с морем осуществляется через протоку длиной около 100 м. В отдельные периоды происходит замывание протоки, и водоем переходит в состояние изолированного мелководного соленого озера. Связь с морем, как правило, возобновляется искусственно и поддерживается организациями, ведущими хозяйственную деятельность на акватории водоема.

С одной стороны, мелководность, быстрый прогрев всей водной толщи в теплый период года, изолированность от прямого воздействия прилива создают в озере условия, благоприятные для икрометания ряда прибрежных видов рыб и развития их икры и личинок. С другой стороны, положение озера на границе море–суша и небольшие глубины способствуют формированию чрезвычайно изменчивых условий, что не может не сказаться на качественных и количественных характеристиках ихтиопланктона.

Развитие морских прибрежных лагун протекает поэтапно: морской залив – собственно лагуна – лагуна–озеро (Бровко, 1990; Михайлов, 2006; Чуян, Быкасов, 2004). Исследования ихтиопланктона в лагунном оз. Изменчивое были проведены как в годы с различным термическим режимом, так и на двух этапах функционирования водоема – собственно лагуны и лагуны–озера, что позволило определить влияние различных факторов среды на видовой состав и численность икры и личинок рыб.

Материал и методика

Пробы ихтиопланктона в лагунном оз. Изменчивое отбирали сетью ИКС-50 с площадью входного отверстия 0,2 м² на 12 фоновых станциях в июне 2004, 2005, 2007 гг. (рис. 1). В 2004 г. для выявления роли приливоотливного течения в формировании структуры ихтиопланктонного комплекса было собрано 14 проб на двух суточных станциях. Станция 1 была расположена вблизи протоки на участке с глубиной около 1 м; станция 2 – в центральной части водоема с глубиной около 5 м. Отбор проб осуществляли через каждые 4 ч. На стандартных станциях 1–11 и на суточной станции 2 сбор ихтиопланктона проводили методом горизонтального траления в поверхностном слое на протяжении 100 м. На мелководных станциях в районе протоки (станция 12 и суточная станция 1) икру и личинок рыб облавливали на протяжении 5 мин, установив сеть против течения. Пробы фиксировали 4 %-ным раствором формалина. На всех ихтиопланктонных станциях измеряли температуру и соленость: на стандартных – только в поверхностном слое, на суточных – по горизонтам через 1 м.

Дальнейшую обработку проб проводили в камеральных условиях в соответствии со стандартными методиками (Расс, Казанова, 1966). Численность ихтиопланктона в уловах



Рис. 1. Схема отбора проб ихтиопланктона в лагунном оз. Изменчивое в июне 2004, 2005, 2007 гг.

пересчитывали на единицу объема – 1 м³ с использованием коэффициента уловистости сети, равного 0,9 (Рекомендации..., 1987). Оценку общей численности осуществляли модифицированным методом полигонов Альстрема (Дехник, Ефимов, 1984).

Результаты и обсуждение

На лагунном этапе формирование ихтиопланктона оз. Изменчивое происходит за счет как икры и личинок, появившихся в результате нереста рыб в самом водоеме, так и заноса планктонных стадий рыб приливным течением из прибрежной зоны Охотского моря. Отбор проб в течение суток позволил выявить зависимость качественных и количественных характеристик ихтиопланктонного комплекса от суточного хода прилива.

В период исследований прилив начался около 14 ч и продолжался до 3–4 ч следующих суток. С 15 до 3 ч были зафиксированы повышение солености и снижение температуры вблизи протоки, указывающие на поступление через протоку более соленых и холодных, чем в озере, морских вод. Максимальное изменение термогалинных характеристик было отмечено в период с 23 до 3 ч. После 3 ч через протоку в море устремились опресненные лагунные воды.

Видовой состав и численность ихтиопланктона вблизи протоки (суточная станция 1) напрямую зависели от фаз приливоотливного цикла. Концентрации ихтиопланктона существенно увеличились в часы прилива – с 18 до 23 ч. Пик численности, наблюдавшийся в 23 ч, был сформирован икрой рыб. В составе ихтиопланктона выделялись две основные группы видов: численность первой резко возрастала в прилив; численность второй – в отлив. В прилив через протоку в озеро транспортировались икра японской камбалы *Pseudopleuronectes yokohamae*, икра и личинки узкозубой палтусовидной камбалы *Hippoglossoides elassodon* (рис. 2, А–В). В отлив в море скатывались икра звездчатой *Platichthys stellatus*, желтополосой *Pseudopleuronectes herzensteini* и длиннорылой *Limanda punctatissima* камбал, а также личинки темной камбалы *Pseudopleuronectes obscurus*.

Во время прилива в районе протоки доминировала икра японской камбалы. В часы наиболее интенсивного поступления морских вод, в 23 ч, наблюдался максимум ее численности – более 5 экз./м³. С морскими водами из Охотского моря было занесено 98 % икры этого вида, учтенной в течение суток.

Икра и личинки палтусовидной камбалы также попадали в озеро в прилив, но максимум их численности наблюдался несколько позднее, чем икры японской камбалы, – в 3 ч. Эта разница во времени, вероятно, была обусловлена разобшением районов нереста камбал в море. Японская камбала размножается над глубинами 5–20 м (Перцева-Остроумова, 1961; Линдберг, Федоров, 1993). Нерестилища палтусовидной камбалы, как правило, находятся над большими глубинами. В зал. Анива, ее икра встречается над глубинами от 10 до 150 м с максимальными концентрациями над изобатами 60–70 м (Тарасюк, Пушников, 1982).

В лагунных водах, выходящих через протоку во время отлива, преобладала икра длиннорылой камбалы. Ее доля в отлив достигала 95 % от суммарной численности икры этого вида, транспортируемой с приливоотливным течением за сутки, а максимальная концентрация – 2 экз./м³.

Численность икры, выносимой из озера, зависела от расположения репродуктивных зон. Чем ближе к протоке были локализованы скопления икры и личинок, тем интенсивнее происходил их вынос. Так, скопления икры длиннорылой камбалы наблюдались в северо-восточной части озера недалеко от протоки. В результате при ее средней численности в озере 1,1 экз./м³ в отлив через протоку в среднем транспортировалось 1,0 экз./м³. В прилив численность икры снижалась до 0,1 экз./м³. Основные скопления икры желтополосой камбалы находились в юго-восточной части озера в пределах участков, не подверженных

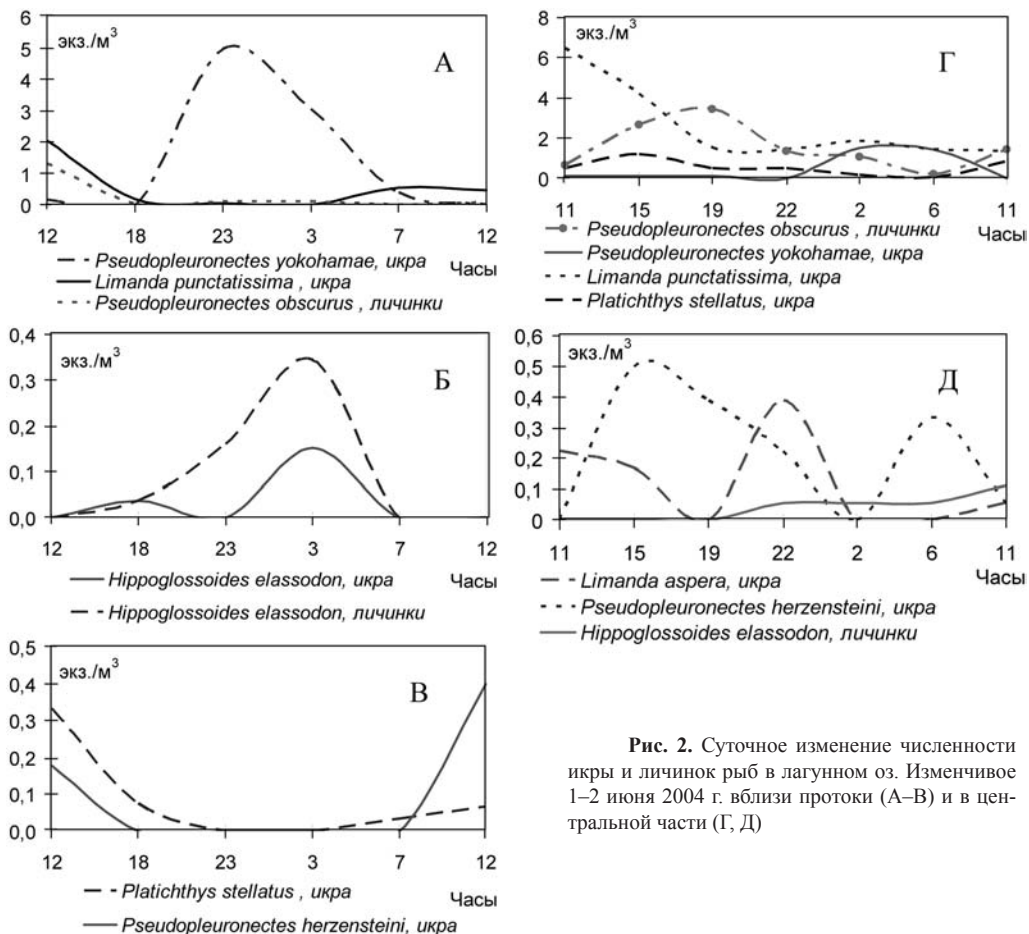


Рис. 2. Суточное изменение численности икры и личинок рыб в лагунном оз. Изменчивое 1–2 июня 2004 г. вблизи протоки (А–В) и в центральной части (Г, Д)

активному воздействию морских вод. При значительной средней численности на акватории озера, равной 1,26 экз./м³, в отлив численность икры в протоке в среднем составила 0,19 экз./м³.

Влияние суточного прилива в центральной части озера (суточная станция 2) прослеживалось по изменению гидрологических параметров позже, чем в районе протоки (с 22 до 6 ч) и только в придонных слоях на глубине 3–4 м. Наиболее высокая суммарная численность ихтиопланктона наблюдалась в первой половине дня во время отлива – 8–9 экз./м³.

Связь с приливоотливным течением была отмечена для икры японской камбалы, концентрация которой в период максимального проникновения морских вод в центральную часть озера возросла до 2 экз./м³, и личинок узкозубой палтусовидной камбалы (рис. 2, Г, Д). Нерест японской камбалы в центре озера не возможен. Котловина занята черными илами, не подходящими для икрометания вида (Перцева-Остроумова, 1961; Фадеев, 1987). Распространение икры японской и личинок узкозубой палтусовидной камбал, вероятно, происходило с морскими водами, перемещавшимися от протоки к центру водоема.

Численность икры желтополосой, длиннорылой, желтоперой, звездчатой камбал и личинок темной камбалы во время максимального проникновения в центральную часть озера морских вод снижалась (см. рис. 2, Г, Д).

Межгодовые изменения ихтиопланктонного комплекса были прослежены для июня 2004, 2005 и 2007 гг. Проанализированные периоды различались гидрологическими условиями. В 2007 г. помимо стандартных межгодовых различий параметров среды в фор-

мировании состава ихтиопланктона существенную роль сыграли морфологические перестройки береговой линии, приведшие к замыканию протоки и полной утрате связи озера с прибрежной зоной Охотского моря.

Весна 2004 г. характеризовалась теплыми погодными условиями и интенсивной солнечной инсоляцией, в результате чего поверхностный слой прогрелся до 12,1 °С, а соленость имела максимальное за трехлетний период исследований значение – 29,3 ‰ (рис. 3). Весна 2005 г. отличалась низкой температурой воздуха и большим количеством облачных дней. Поверхностный слой в озере был прогрет слабее, чем в 2004 г., – в среднем до 10,4 °С. Сток с болотистых берегов и ручьев, поддерживаемый затянувшимся таянием снега, протекал еще достаточно интенсивно, в результате чего соленость была ниже, чем в аналогичный период 2004 г., составив 28,3 ‰. Общая сезонная динамика солености в озере такова, что минимум ее приходится на май – период максимального стока. Последующее снижение интенсивности стока приводит к увеличению солености и достижению ее максимума в летний период. В целом сток в оз. Изменчивое не отличается от общей динамики стока на территории о-ва Сахалин (Онищенко, 1987). Несмотря на различия термогалинных характеристик, в июне 2004 и 2005 гг. сохранялась общая тенденция изменения этих параметров: чем быстрее и интенсивнее шел прогрев воды, тем выше были значения солености в поверхностном слое. Проникновение морских вод в 2004 и 2005 гг., в период функционирования протоки, способствовало формированию двухслойной стратификации водной толщи в озере на участках с глубинами более 3–4 м. Разница температуры между поверхностным и придонным горизонтами достигала 6–7 °С, солености – 5–6 ‰.

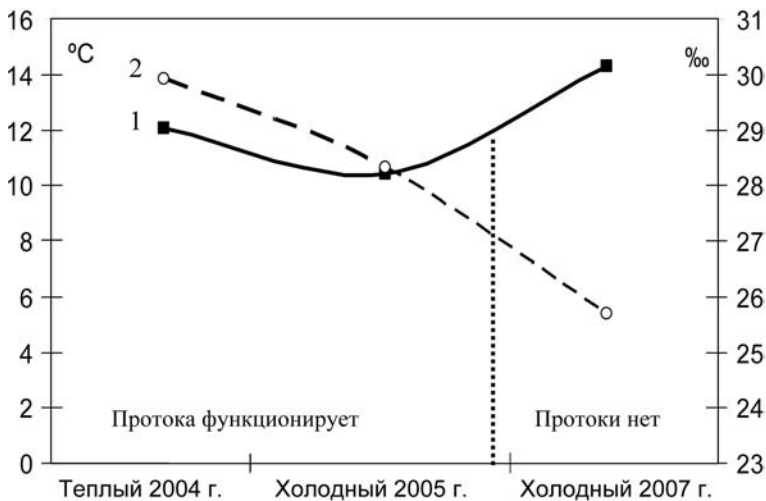


Рис. 3. Изменения температуры и солености в поверхностном слое оз. Изменчивое в июне 2004, 2005 и 2007 гг. 1 – температура, 2 – соленость

В 2007 г. в результате замыкания протоки проникновение холодных морских вод прекратилось. Оз. Изменчивое вступило в фазу изолированного закрытого водоема, характеризующегося пониженными концентрациями кислорода и выравниванием всех гидрологических показателей. На участках с предельными глубинами вариации температуры между придонным и поверхностным слоями не превышали 1,3 °С, солености – 0,2 ‰. Соленость в поверхностном слое имела минимальные за три года исследований значения – менее 26 ‰ (см. рис. 3).

В период функционирования протоки (2004–2005 гг.) межгодовые изменения в структуре ихтиопланктонного комплекса в один и тот же период зависели от термогалинного режима озера. В более холодном 2005 г. наблюдались следующие процессы: снижение

суммарной численности икры и личинок, видового разнообразия личинок; увеличение смертности икры летненерестящихся видов камбал; сокращение протяженности размерного ряда личинок весенненерестящихся видов камбал.

Как в 2004 г., так и в 2005 г. в личиночном составе ихтиопланктона доминировала темная камбала с относительной численностью 32,5 % и 39,5 % соответственно (рис. 4). Процентное соотношение икры массовых видов в течение 2 лет менялось. В 2004 г. преобладала икра желтополосой камбалы, доля которой достигала 31,6 %. В 2005 г. численность икры длиннорылой камбалы значительно превышала численность икры желтополосой

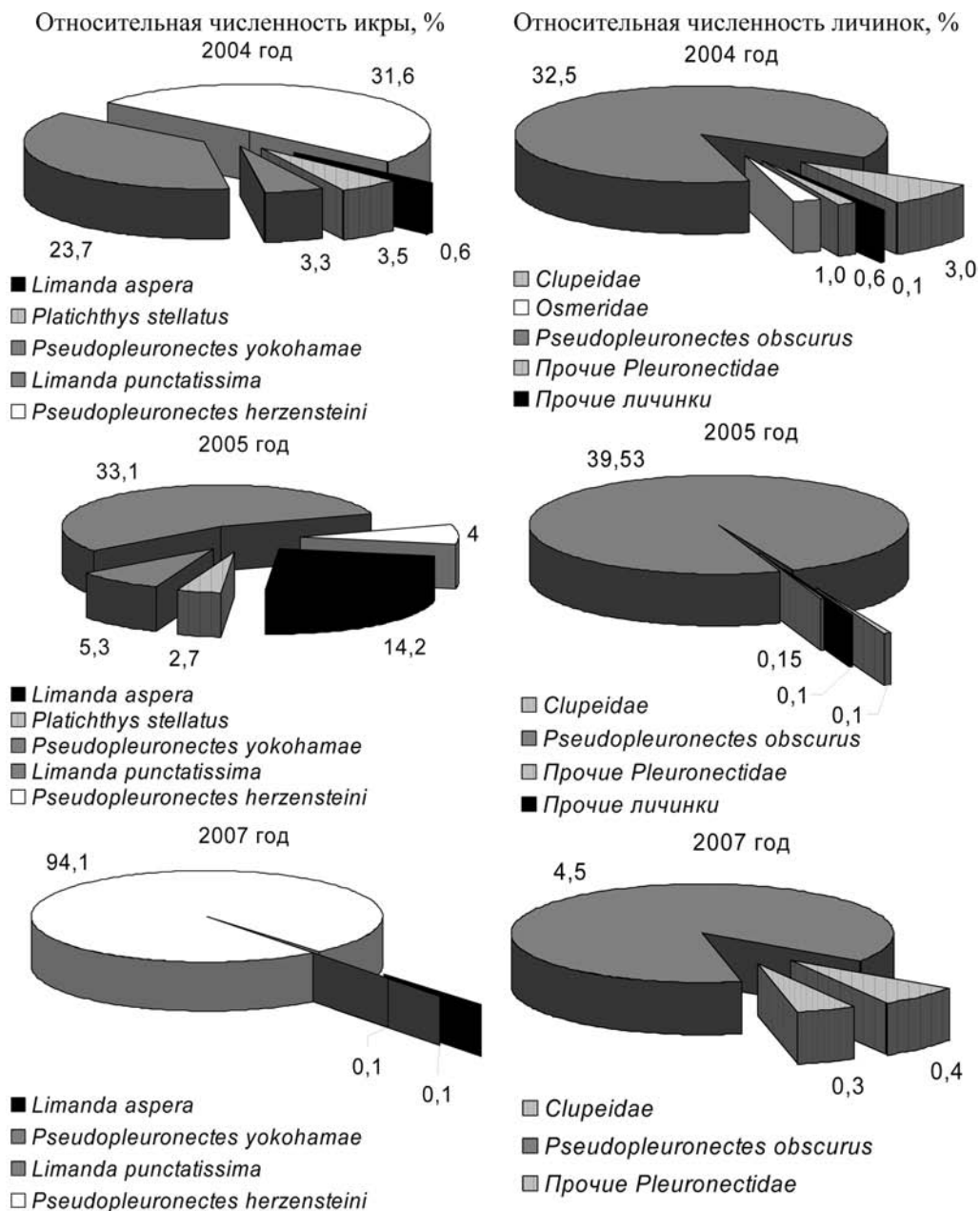


Рис. 4. Изменение структуры ихтиопланктонного комплекса лагунного оз. Изменчивое в июне 2004, 2005 и 2007 гг.

камбалы – 33,1 % и 4,7 % соответственно. Более высокая численность была характерна и для икры желтоперой камбалы.

В холодном 2005 г. произошло сокращение суммарной численности ихтиопланктона более чем в два с половиной раза в результате снижения численности личинок рыб и икры большинства видов камбал (желтополосой, японской, длиннорылой) (рис. 5).

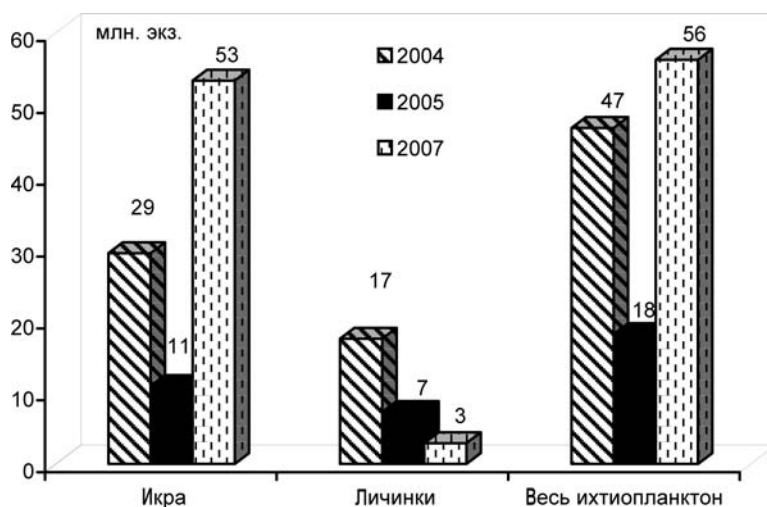


Рис. 5. Изменение численности ихтиопланктона в лагунном оз. Изменчивое в июне 2004, 2005 и 2007 гг.

Изменения в структуре ихтиопланктонного комплекса были хорошо заметны по распределению и численности ранних стадий развития трех видов, различающихся температурным диапазоном нереста – японской и темной камбал, относящихся к весенненерещащимся видам, и длиннорылой камбалы – вида с летним типом нереста. В 2005 г. икра японской камбалы появилась в мае в районе протоки. На других участках озера гидрохимический режим, необходимый для икрометания этого вида, еще не установился. В июне площадь распределения икры увеличилась, однако ее максимальная концентрация так и не достигла значений, отмеченных в июне 2004 г. (более 2,5 экз./м³).

Личинки темной камбалы распределялись на обширной акватории. В июне 2005 г. их максимальные концентрации (более 1,5 экз./м³) наблюдались в центральной части озера. Площадь распределения и численность личинок были значительно меньше, чем в июне 2004 г., когда в южной и юго-восточной части озера формировались их скопления с плотностью более 3 экз./м³. Суммарная численность личинок в 2004 и 2005 гг. различалась более чем в два раза. Таким образом, интенсивность нереста японской и темной камбал в оз. Изменчивое в холодном 2005 г. была значительно слабее.

Для икрометания длиннорылой камбалы оптимальные для размножения условия в 2005 г. наступили в июле. В июне скопление с максимальной численностью икры более 1 экз./м³ было отмечено только в северо-западной части озера. Личинки в это время еще не встречались. В аналогичный период 2004 г. такая численность икры наблюдалась по всей северо-восточной части озера, максимальная – превышала 7 экз./м³. Личинки были отмечены в юго-восточной и юго-западной части озера.

Сходные различия были выявлены для икры желтополосой камбалы. При сохранении локализации нерестовых участков, приуроченных к восточной части озера, площадь, занятая икрой, в июне 2005 г. сократилась более чем вдвое по сравнению с 2004 г. Максимальная плотность икры в 2005 г. не превышала 1 экз./м³, тогда как в 2004 г. достигала 4 экз./м³ и более.

Изменение температурного режима привело к структурным перестройкам в скоплениях икры, выразившимся как в изменении соотношения разных стадий развития у некоторых видов, так и в увеличении ее смертности. Так, в теплом 2004 г. смертность икры желтополосой камбалы составила 16,8 %, в холодном 2005 г. возросла до 76,9 %; смертность икры звездчатой камбалы увеличилась менее существенно – с 37,5 до 42,9 %. Максимальной в июне 2005 г. была смертность икры желтоперой камбалы – 55,1 %.

Различия температурного режима в июне 2004 и 2005 гг. стали причиной изменения размерного ряда доминирующей на личиночной фазе развития темной камбалы. Теплая весна и постепенное увеличение термогалинных характеристик воды в 2004 г. привели к более раннему началу икрометания и ускоренному развитию икры темной камбалы. Размерный ряд личинок в июне этого года был наиболее протяженным. В уловах встречались особи длиной от 2,5 до 7,0 мм (рис. 6). В более холодном 2005 г. прогрев озера наступил несколько позднее. Размерный ряд личинок был значительно короче – от 2,5 до 5,5 мм; средняя длина достоверно снизилась с 4,01 до 3,66 мм ($P = 0,004$); доля предличинок с желточным мешком возросла с 30,7 до 34,7 %.

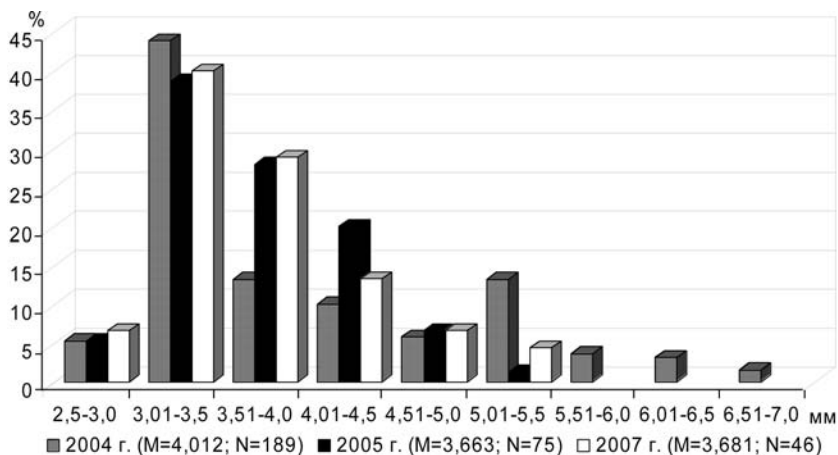


Рис. 6. Размерные ряды личинок темной камбалы в лагунном оз. Изменчивое в июне 2004, 2005, 2007 гг.

В июне 2007 г., несмотря на достаточно позднюю и холодную весну, в озере наблюдалась максимальная за 3 года исследований температура воды. Отсутствие стока из озера в море и охлаждающего действия прилива привело к повышению уровня воды в озере приблизительно на 0,5 м, снижению характерных для июня значений солености, исчезновению двухслойной стратификации и выравниванию термогалинных характеристик на всей акватории.

Изменение условий среды отразилось на структуре ихтиопланктонного комплекса. Видовой состав ихтиопланктона в 2007 г. в первую очередь был определен составом ихтиофауны, изолированной в водоеме, успешно перенесшей зимовку и сохранившей способность размножаться. В ихтиопланктоне было выявлено снижение разнообразия видов и форм. Из фаунистического состава исчезли ранние стадии развития морских видов: глазчатого опистоцентра *Opisthocentrus ocellatus*, носатой лисички *Brachiopsis segaliensis*, икры и личинок палтусовидной камбалы. На фоне сокращения видового состава и численности ранних стадий развития ряда видов в 2007 г. была зафиксирована максимальная численность ихтиопланктона – 56 млн экз. (см. рис. 5).

Ихтиопланктонный комплекс носил монодоминантный характер и на 94,1 % был сформирован икрой желтополосой камбалы (см. рис. 4). Доля икры длиннорылой и желтоперой камбал не превышала 0,1–0,7 %. В составе личинок, как и в предыдущие годы, доминировала темная камбала. Однако если в июне 2004–2005 гг. относительная числен-

ность личинок этого вида превышала 30 % от общей численности ихтиопланктона, то в 2007 г. их доля снизилась до 4,5 %.

Отсутствие в 2007 г. приливоотливного течения в озере, определявшего разнос ихтиопланктона в 2004–2005 гг., привело к изменению локализации икры и личинок ряда видов рыб. Места нереста японской камбалы, привязанные к определенному типу субстрата, как и в предыдущие годы, были приурочены к северо-восточной части озера. Икра встречалась в уловах единично. Достаточно мощное приливоотливное течение в 2004–2005 гг. способствовало ее отрыву от субстрата, в результате чего икра довольно часто оказывалась в уловах ихтиопланктонной сети. В 2007 г. такого явления не наблюдалось.

Максимальные концентрации икры желтополосой камбалы (более 11,5 экз./м³) были отмечены в центральной наиболее глубоководной части озера. В период функционирования протоки наибольшие скопления икры формировались в восточной части озера на участках, слабо подверженных влиянию морских вод.

Несмотря на то что температура в 2007 г. была выше, чем в аналогичном по погодным условиям 2005 г., холодная затяжная весна привела к достаточно позднему прогреву воды. Этот фактор сказался на структуре размерного ряда личинок темной камбалы, который мало отличался от размерного ряда холодного 2005 г. (см. рис. 6). Средняя длина личинок в 2007 и 2005 гг. не имела достоверных различий, но отличалась от их средней длины в 2004 г. ($P = 0,03$). Доля предличинок с желточным мешком в 2007 г. была максимальной за весь период исследований – 37,0 %.

Кривые доминирования–разнообразия имели большее сходство в июне 2004 и 2005 гг. (рис. 7). Эти периоды характеризовались одинаковым гидрологическим режимом, но разным температурным фоном (см. рис. 3). В более холодном 2005 г. кривая была укорочена и проходила на графике несколько ниже, отражая незначительное снижение общего видового разнообразия.

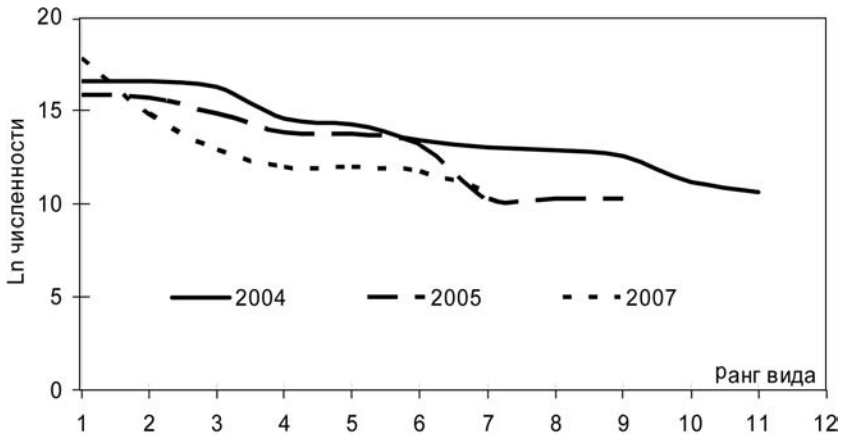


Рис. 7. Кривые доминирования–разнообразия ихтиопланктона в оз. Изменчивое, построенные для лагунного (2004–2005 гг.) и для озерного (2007 г.) периодов

Прекращение водообмена с морем вызвало увеличение численности ихтиопланктона на фоне снижения видового разнообразия, что выразилось в еще большем укорачивании и уклоне кривой доминирования–разнообразия и наиболее низком ее положении на графике, что соответствовало состоянию ихтиопланктонного комплекса, близкому к стрессовому (Одум, 1986). Но в целом изменения не были катастрофическими. На наш взгляд, отсутствие резких изменений связано с тем, что соленость в озере не опустилась ниже критических значений, характерных для β -хорогалинной зоны – 22–26 ‰, при которых происходит быстрое изменение биологических характеристик (Виноградов, 1986; Хлебович, 1986, 1989).

В заключение необходимо отметить, что структура ихтиопланктонного комплекса в оз. Изменчивое в период исследований была подвержена значительным межгодовым вариациям, что характерно для гидробионтов, обитающих в стрессовых условиях (Голубков, 2006). Прекращение водообмена с морем стало дополнительным фактором экологического стресса, вызвавшим снижение видового разнообразия ихтиопланктона; рост суммарной численности и переход ихтиопланктонного комплекса к упрощенному монодоминантному типу за счет резкого увеличения численности икры одного вида – желтополосой камбалы; изменение локализации скоплений икры и личинок, распределение которых на лагунном этапе было связано с воздействием приливоотливного течения.

Таким образом, икра и личинки рыб реагируют на воздействие негативных факторов сходным с другими гидробионтами образом и могут рассматриваться в качестве групп-индикаторов условий среды.

Литература

- Бровко П.Ф. 1990. Развитие прибрежных лагун. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 148 с.
- Виноградов А.К. 1986. Хорогалинная зона 22–26 ‰ в морских экосистемах // Тез. докл. V съезда ВГБО (Тольятти, 15–19 сентября 1986). Куйбышев. Ч. 1. С. 64–65.
- Голубков С.М. 2006. Водные экосистемы в условиях экстремальных факторов внешней среды: влияние высокой солености воды и других видов экологического стресса // IX Съезд Гидробиол. об-ва РАН: тез. докл., Тольятти, 18–22 сентября 2006 г. Т. 1. С. 109.
- Дехник Т.В., Ефимов Ю.Н. 1984. Методы оценки нерестового запаса рыб с применением ихтиопланктонных съемок. М.: ВНИРО. 43 с.
- Лагуны Сахалина. 2002. / Бровко П.Ф., Микишин Ю.А., Рыбаков В.Ф., Володарский А.Н., Терентьев Н.С., Токарчук Т.Н. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 80 с.
- Линдберг Г.У., Федоров В.В. 1993. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 6. 271 с.
- Минеральные грязи. 2002. // Полезные ископаемые Сахалинской области. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во. С. 112–113.
- Михайлов В.А. 2006. Географическая эволюция Сивашской лагуны // Культура народов Причерноморья. № 82. С. 11–14.
- Одум Ю. 1986. Экология. М.: Мир. Т. 2. 376 с.
- Онищенко Н.И. 1987. Водные ресурсы Сахалина и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности. Владивосток. 152 с.
- Перцева-Остроумова Т.А. 1961. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: АН СССР. 486 с.
- Природа Корсаковского района. 1995. / Бровко П.Ф., Микишин Ю.А., Рыбаков В.Ф. и др. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 93 с.
- Расс Т.С. 1965. Инструкция по поиску рыбы по плавающей икре. Пекин. 31 с.
- Расс Т.С., Казанова И.И. 1966. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром-сть. 43 с.
- Рекомендации по сбору и обработке ихтиопланктона зоны течения Курисио. 1987. Владивосток: ТИНРО. 70 с.
- Тарасюк С.Н., Пушкинов В.В. 1982. Экология нереста палтусовидной камбалы *Hippoglossoides elassodon robustus* в заливах Анива и Терпения // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО. С. 58–62.
- Фадеев Н.С. 1987. Северо-тихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат. 175 с.
- Хлебович В.В. 1986. К биологической типологии эстуариев Советского Союза // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 141. С. 5–16.
- Хлебович В.В. 1989. Критическая соленость и хорогалиникум: современный анализ понятий // Биология солоноватых вод. Л.: ЗИН АН СССР. С. 5–11.
- Чуян Г.Н., Быкасов В.Е. 2004. Антропогенное загрязнение лагун Камчатки // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Вып. 5. С. 411–420.