



УДК 597-152.412 (261.24):551.464.5.08

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТНОГО ФАКТОРА НА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННУЮ ДИНАМИКУ ИХТИОПЛАНКТОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Е.М. Карасева

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, ул. Дм. Донского 5, 236032 Калининград, Россия; e-mail: karasiova@rambler.ru

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены видовой состав ихтиопланктона и уровни солености в нерестовых биотопах глубоководной и прибрежной частей Балтийского моря. Показано, что количество видов пелагической икры в глубоководных впадинах, а также численность икры трески уменьшаются в пространственно-временном аспекте при снижении придонной солености. В прибрежной зоне юго-восточной Балтики видовое разнообразие ихтиопланктона связано с разнообразием нерестовых биотопов видов рыб с донной икрой: фитофилов, псаммофилов, литофилов и остракофилов.

Ключевые слова: влияние солености, донная и пелагическая икра, нерестовые биотопы

THE SALINITY INFLUENCE ON THE SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF THE BALTIC SEA ICHTHYOPLANKTON

Е.М. Karasiova

Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Dm. Donskoy Str. 5, 236022 Kaliningrad, Russia; e-mail: karasiova@rambler.ru

ABSTRACT

The water salinity conditions were considered in different Baltic areas: 1) in the deep-water basins as biotopes of pelagic fish eggs; 2) in the shallow coastal zone as a biotope of bottom fish eggs. There was shown that the pelagic egg species richness in deep-water basins declined spatio-temporally under salinity diminution. Simultaneously the cod egg abundance dropped significantly in consequence of the bottom salinity lowering. In the coastal zone the ichthyoplankton species diversity was linked with the diversity of spawning habitats for different fish ecological groups: phytophilous, psammophilous, lithophilous, ostracophilous.

Key words: salinity impact, bottom fish eggs, pelagic fish eggs, spawning habitats

ВВЕДЕНИЕ

В солоноватоводном Балтийском море в связи с существованием галоклина в глубоководной части могут быть выделены две основные относительно автономные подсистемы, различающиеся по наличию или отсутствию этого режимобразующего признака, а также по видовому составу размножающихся в них видов рыб: 1) глубоководная часть моря; 2) прибрежная

мелководная зона (сублитораль). Известно, что соленость часто выступает в качестве фактора, лимитирующего распространение и размножение аквабионтов (Аладин, 1988; Хлебович, 1974). Целью данного исследования является анализ адаптаций, обеспечивающих возможность репродукции балтийской ихтиофауны в специфических условиях соленостного режима и влияние последнего на видовое разнообразие ихтиопланктона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на основе ихтиопланктонных исследований лаборатории Балтийского моря АтлантНИРО в восточной части Балтийского моря в марте–августе 1992–2002 гг. Орудием лова служила ихтиопланктонная сеть ИКС-80. Сбор проб производился посредством вертикального облова слоя дно–0 м, а в прибрежной зоне – также посредством 5-минутного облова поверхностного слоя. Использовались также литературные данные по распределению и численности ихтиопланктона (Грауман, 1984; Kaendler, 1953; Karasiova, Voss, 2004; Карасева, Иванович, 2010). Сведения по солености были получены из базы данных АтлантНИРО.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ихтиопланктоне глубоководной части восточной части моря (Гданьская и Готландская впадины) присутствовали пелагические икринки 4 видов рыб: балтийской трески *Gadus morhua callarias* Linnaeus, 1758, речной камбалы *Platichthys flesus* Duncker, 1829, морского налима *Enchelyopus cimbrius* (Linnaeus, 1758) и балтийского шпрота *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904). Соленость 11‰ была критической для сохранения плавучести и выживания икры трески (Грауман, 1984). Верхняя граница вертикального распределения икры трески определялась положением изогалины 11‰ (глубина 70–80 м в Гданьской и 100–120 м в Готландской впадинах). Нерестовый биотоп двух других демерсальных рыб – речной камбалы и морского налима – также располагался ниже галоклина. Рост придонной солености, происходивший в результате притока североморской воды в Балтийское море, первоначально сопровождался увеличением кислородного насыщения, что создавало оптимальные условия для эмбрионального развития икры трески. Уменьшение придонной солености до 10‰ приводило к утрате икрой трески плавучести и ее гибели. Проникновение соленых вод в Гданьскую и Готландскую впадины способствовало расширению площади нерестилищ донных рыб и, соответственно, увеличению численности выметанной икры. Напротив, при длительном отсутствии адвекций соленость в восточной части моря уменьшалась,

площадь нерестилищ сокращалась, что вело к снижению численности икры. Численность икры трески в Гданьской впадине достигала самого высокого уровня (в среднем 61 шт./м²) в 1949–1956 гг., совпав с периодом максимума солености (более 15‰). В современный период с низкой интенсивностью североморских адвекций и соленостью 11.0–13.5‰ средняя численность икры трески в Гданьской впадине колеблется от 0.5 до 18 шт./м². В отличие от донных видов рыб, вертикальная локализация нерестового биотопа шпрота изменялась в течение сезона размножения. С февраля до середины апреля его нерестовым биотопом являлась верхняя часть галоклина, ограниченная изогалиной 8‰ (глубины более 50 м). В конце весны – начале лета шпрот постепенно переходил к нересту в слое поверхностного термоклина с соленостью менее 8‰. Летом пространственное распределение икры шпрота лимитировала изогалина 5.5‰, проходившая по акватории южной части Ботнического и западной части Финского заливов. В результате шпрот стал видом, освоившим в качестве нерестового биотопа наибольшую по площади акваторию моря. В отличие от икры донных видов распределение его икры в летний сезон мало зависело от притоков североморских вод. В современный период средняя численность икры шпрота в Гданьской впадине в многолетнем аспекте колеблется от 100 до 600 шт./м².

Сублиторальная зона (глубины 1–50 м) в юго-восточной части моря является областью размножения в основном видов с донной икрой, адаптировавшихся к репродукции при уровне солености 5–7‰ (Иванович, 2006; Karasiova et al., 2002). К ним относятся балтийская сельдь *Chupea harengus membras*, а также относительно малочисленные виды из семейств Gobiidae, Cottidae, Ammoditidae, Liparidae, Belonidae, Pholidae, Cyclopteridae. В состав прибрежной ихтиофауны также входят виды (Syngnatidae), вынашивающие икру в выводковых камерах, и живородящая европейская бельдюга *Zoarcetes viviparous* (Linnaeus, 1758) (Zoarcidae). В прибрежной зоне находятся нерестилища тюрбо *Psetta maxima* (Linnaeus, 1758) (Scophthalmidae), икра которой в Балтике развивается на песчаном дне на глубинах от 10 до 30 м. Самые многочисленные скопления личинок отмечены у бычка малого (бычок-бубырь) *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) (Gobiidae). Их максимальная численность наблюдалась в июле

при развитии нагона вод (до 300 экз./м², 2000 г.), а минимальная численность – при сгонных явлениях в сублиторали (до 24 экз./м², 1999 г.). После перехода шпрота к размножению в поверхностном слое численность его икры на мелководье могла достигать 110 шт./м² над глубинами 40–50 м (июль 2001 г.).

По типу нерестового субстрата виды с донной икрой относятся к фитофилам (сельдь), литофилам [(жерчак *Myoxocephalus scorpius* (Linnaeus, 1758)], псаммофилам (песчанка *Ammodytes tobianus* Linnaeus, 1758), остракофилам (бычок малый). Разнообразие местообитаний и благоприятный кислородный режим прибрежной зоны обеспечили более высокое видовое разнообразие икhtiопланктона, чем в глубоководных впадинах. Соленость в прибрежной зоне менялась от минимума в апреле (5–6‰), связанного с таянием снега, до максимума в конце лета – начале осени (7.0–7.6‰). Летом колебания солености зависели также от чередования сгонных и нагонных явлений. Влияние солености на видовое разнообразие может быть прослежено при сравнении двух батиметрических зон: 1) с глубинами от 1 до 10 м и минимальной соленостью 5–6‰; 2) с глубинами более 10 м с соленостью 6.5–7.5‰. В первой зоне в апреле присутствовали личинки весенне-нерестующей сельди, а летом – личинки саргана *Belone belone* (Linnaeus, 1758), личинки бычка обыкновенного *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1938) и мальки бычка-круляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814). Во второй батиметрической зоне улавливали личинки 15 видов из выше перечисленных семейств, и, таким образом наблюдалось более высокое видовое разнообразие.

ОБСУЖДЕНИЕ

Икhtiофауна солоноватоводных морей состоит из морских, пресноводных и собственно солоноватоводных форм (Remane, Schlipper, 1958). Адаптация различных экологических групп рыб к специфичным уровням критической солености обеспечила максимально широкое использование разнообразных нерестовых биотопов в Балтийском море. В глубоководной части размножение возможно только при сохранении плавучести икры в водах низкой солености, что обеспечивается увеличением ее диаметра (Грауман, 1984) и резкими градиентами плотности в зонах галокли-

на и термоклина, способствующими удержанию икры (Карасева, Иванович, 2010). Придонная соленость в Балтике уменьшается в северо-западном направлении: 18–30‰ в датских проливах, 14–20‰ в Борнхольмской котловине, 10–15‰, 11–14‰ в Гданьской и Готландской впадинах и 8–9‰ в западной части Финского залива. Видовой состав пелагических икринок рыб уменьшается от 8 видов в западной части моря до 4 видов в Гданьской и Готландской впадинах и 1 вида (шпрот) в Финском заливе. В датских проливах икhtiопланктон, помимо пелагической икры перечисленных выше видов, включал также икру лиманды *Limanda limanda* (Linnaeus, 1758), морской камбалы *Pleuronectes platessa balticus* Nilsson, 1855, скумбрии *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758, мерланга *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758). Таким образом, пространственная динамика видового разнообразия икры рыб в глубоководной части моря изменялась в соответствии с теорией критической солености (Хлебович, 1974). Обширность нерестовых биотопов в глубоководной части является одним из факторов, способствующих высокой численности таких видов, как шпрот, треска, речная камбала. Виды и подвиды балтийской икhtiофауны, представленные многочисленными популяциями, совершают нерестовые и нагульные миграции. Согласно предложенной Хлебовичем (1974) классификации типов соотношения соленостного спектра ранних стадий развития и взрослых эвригаллиных водных животных балтийская треска и речная камбала относятся к первому типу: взрослые особи выдерживают значительное опреснение, а развитие в период раннего онтогенеза возможно только в среде с более высокой соленостью. Балтийская сельдь относится ко второму типу: ее икра и личинки жизнеспособны при опреснении до 5–8‰ и даже до 3–5‰ в Вислинском заливе (Krasovskaya, 2002), но взрослые особи требуют более высокой солености. Балтийский шпрот, по-видимому, занимает промежуточное положение между этими двумя типами. Он нерестится при более низкой солености, чем треска, но при более высокой солености, чем сельдь.

Большее количество видов с донной икрой, помимо разнообразия нерестовых биотопов, связано, по-видимому, с тем, что ее развитие не лимитируется потребностью сохранения плавучести. Среди них только сельдь имеет высокую

численность и большое количество внутривидовых группировок, размножающихся в заливах и прибрежной полосе моря весной и осенью. В юго-восточной Балтике прибрежную зону населяют в основном мелкие немигрирующие морские эвригалитные виды. Понто-каспийский вселенец бычок-кругляк рассматривается как эврибионтный солоноватоводный вид (Москалькова, 1996). Кроме сельди, еще два вида являются мигрирующими (тюрбо и сарган), но их нерестовые биотопы весьма ограничены по площади. Икра и личинки пресноводной ихтиофауны не встречались в рассматриваемом нами районе. Они широко представлены в распресненных заливах, которые, согласно классификации Аладина и др. (2008), относятся к солоноватоводной – пресноводной (2–5‰) и пресноводной (0–2‰) зонам. Присутствие в Рижском заливе более 30 видов морских эвригалитных, солоноватоводных и пресноводных рыб (Ojaveer, Gaumiga, 1995) значительно увеличивало видовое разнообразие ихтиофауны по сравнению с прибрежным мелководьем юго-восточной Балтики. В целом прослеживается обратная зависимость между обширностью нерестовых биотопов, высокой численностью популяций, низким видовым разнообразием ихтиофауны в глубоководной части моря, и, напротив, ограниченной площадью разнообразных нерестовых биотопов, относительно низкой численностью (за исключением сельди) и большим видовым разнообразием ихтиофауны прибрежных районов восточной Балтики. Степень влияния солёности на размножение, более высокая у рыб, выметывающих пелагическую икру, зависит, возможно, от способа использования ихтиофауной репродуктивных ресурсов в специфической среде солоноватоводного моря.

ЛИТЕРАТУРА

- Аладин Н.В.** 1988. Концепция относительности и множественности зон барьерных солёностей // *Журнал общей биологии*, 49(6): 825–833.
- Аладин Н.В., Кайзер Д. и Плотников И.С.** 2008. Биоразнообразие и разнообразие солёностных условий в охраняемых акваториях Балтийского моря. // Сборник тезисов IX международного экологического форума «День Балтийского моря». – Санкт-Петербург: Диалог, с. 207–208.
- Грауман Г.Б.** 1984. Ихтиопланктон. // **Д.Е. Гершанович** (ред.). Очерки по биологической продуктивности Балтийского моря, 3. – Москва: Управление делами стран СЭВ, с. 257–456.
- Иванович В.М.** 2006. Ихтиопланктон прибрежной зоны юго-восточной части Балтийского моря. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. Калининград. Калининградский государственный технический университет: 24.
- Карасева Е.М. и Иванович В.М.** 2010. Вертикальное распределение икры и личинок балтийского шпрота *Sprattus sprattus balticus* (Clupeidae) в связи с сезонной и суточной изменчивостью // *Вопросы ихтиологии*, 50(2): 240–250.
- Москалькова К.И.** 1996. Экологические и мофо-физиологические предпосылки к расширению ареала у бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в условиях антропогенного загрязнения водоемов // *Вопросы ихтиологии*, 36(5): 615–621.
- Хлебович В.В.** 1974. Критическая солёность биологических процессов. – Ленинград: Наука, 236 с.
- Kaendler R.** 1956. The Fish. Eggs and larvae. German investigations // *Annales biologiques*, 11: 79.
- Karasiova E.M., Gribov E.A. and Andreeva V.M.** 2002. Fish larvae assemblages in the coastal shallow zone of the south-eastern Baltic Sea: environmental factors driving inter-annual variability // ICES CM 2002/O: 11: 1–15.
- Karasiova E.M. and Voss R.** 2004. Long-term variability of cod and sprat eggs abundance in ichthyoplankton of the Baltic Sea. ICES CM 2004/L: 07: 1–28.
- Krasovskaya N.** 2002. Spawning of the Baltic herring in the Vistula Lagoon: effects of environmental conditions and stock parameters // *Bulletin Sea Fisheries Institute*, 1(155): 3–25.
- Ojaveer E. and Gaumiga R.** 1995. Cyclostomes, fishes and fisheries. In: E.Ojaveer (Ed.) Ecosystem of the Gulf of Riga between 1920 and 1990. Tallinn. Estonian Academy: 212–267.
- Remane A. und Schlieper K.** 1958. Die Biologie des Brackwassers. Die Binnengewässer, 22. Stuttgart. E. Schweizerbart: 348.