

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ И БИОЛОГИЯ РЫБ

УДК 597.587.9:591.3:551.464.062.5(262.5)

Ю. Е. БИТЮКОВА, Н. К. ТКАЧЕНКО

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ КАЛКАНА *PSETTA MAEOTICA* (PALLAS)

Икру камбалы калкана *Psetta maeotica* (Pallas) инкубировали при различных уровнях солености - от 9 до 26‰. Максимальное количество нормально развивающихся эмбрионов получено при 17-18‰. Инкубация при солености менее 13‰ и выше 25‰ - летальна.

Одним из важнейших факторов, лимитирующих выживание пелагической икры морских рыб и численность поколения, является соленость [1]. Эффективность естественного воспроизводства черноморского калкана, имеющего самую высокую плодовитость среди черноморских рыб (до 12 млн/ икринок), чрезвычайно низка и определяется, как и у большинства морских рыб, условиями выживания в раннем онтогенезе. Созревание калкана происходит на глубине 70-110 м в условиях узкого и относительно стабильного диапазона солености - 19-21,5‰. Нерестится калкан вдоль всего побережья на незначительном удалении от берегов на глубине 30-50 м, где соленость претерпевает существенные межгодовые и сезонные колебания вследствие распреснения или подъема более соленых вод. Особенно контрастные изменения поля солености формируются в поверхностных горизонтах в апреле-мае (период нереста калкана), когда соленость в отдельных районах может понижаться до 13-15‰ и ниже [2].

Исследования осморезистентности икры калкана представляют интерес как с точки зрения эколого-физиологических адаптаций вида, так и в связи с организацией искусственного воспроизводства и определения режимов выращивания этой рыбы.

Нами исследовано влияние солености на развитие икры калкана, ее плавучесть, скорость развития эмбрионов, размер выклеывающихся личинок, выживаемость.

Материал и методика. Икру калкана, полученную от выловленных в море производителей, оплодотворяли полусухим способом в воде различной солености и доставляли в лабораторию. Икринки с нормально дробящимся бластодиском оставляли для дальнейшей инкубации в 1-2 л емкостях при плотности 0,1 экз/мл. Инкубацию проводили в термостатированной установке при температурном режиме $15 \pm 0,2^\circ\text{C}$ [3].

Проведено три серии экспериментов. В первой серии икру инкубировали при 9, 15, 18, 25‰, во второй - при 13,7; 18; 20; 26,1‰ и в третьей - при 11,3; 16,5; 18,0; 24,4 и 26,1‰. В начале каждого этапа развития икру переносили из 18‰ в тестируемую соленость и наблюдали за дальнейшим развитием. Погибшую икру периодически удаляли и подсчитывали процент отхода на отдельных этапах. Определяли количество вылупившихся личинок и число личинок с различными отклонениями.

Нейтральную плавучесть устанавливали в воде соленостью от 15 до 18‰ с интервалом 0,5‰. Воду более высокой солености готовили из искусственно приготовленной морской воды [4], для получения пониженной солености черноморскую воду разбавляли дистиллированной водой. Диаметр икры и размер желточного мешка измеряли с помощью окуляр-микрометра, сырую и сухую массу - по общепринятым методикам, содержание воды - по разнице сырой и сухой массы икры.

Результаты и обсуждение. Диаметр зрелых икринок калкана колеблется в пределах 1,17-1,26 мм, размер жировой капли $0,21 \pm 0,01$.

Соленость в исследуемом диапазоне, особенно в зоне низких ее значений, оказывает значительное влияние на способность икры калкана к оплодотворению. При 9‰ наблюдаются лишь единичные оплодотворенные икринки, при 13‰

© Ю.Е. Битюкова, Н.К. Ткаченко, 1998

оплодотворяемость не превышает 30-35% (рис.1). Наибольшее количество нормально дробящихся яиц наблюдается при 16-20‰. При повышении солености более 20‰ наблюдается снижение оплодотворяемости икры на 20-25% по сравнению с оптимальной зоной.

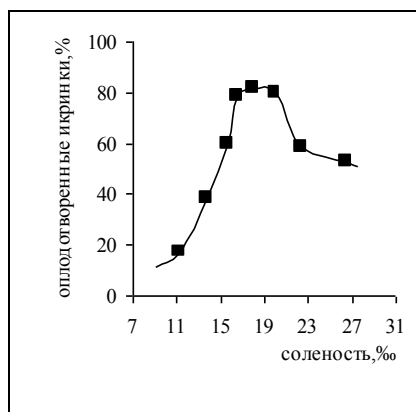


Рис. 1. Оплодотворяемость икры камбалы калкана при различной солености.

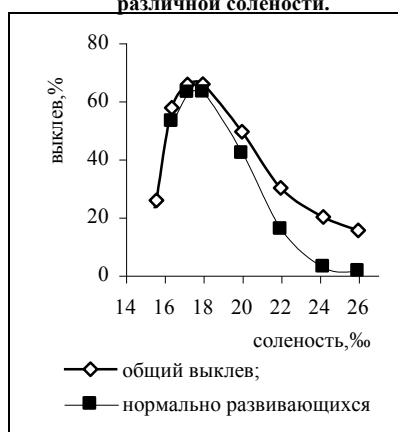


Рис. 2. Выклев личинок камбалы калкана при различной солености.

Содержание влаги в зрелых ооцитах и оплодотворенной икре не зависит от солености, при которой проведено оплодотворение, и составляет 94,5-95,6%. Удельный вес оплодотворенной икры калкана, определяющий ее местоположение в определенных горизонтах воды, составляет 1.0111 - 1.0112 г/см³. При солености менее 15,5‰ оплодотворенная икра калкана тонет. При солености более 16‰ икра распределяется в приповерхностном слое, где происходит ее нормальное развитие. В процессе эмбриогенеза плотность икры незначительно увеличивается, в результате на последних этапах при инкубировании происходит ее заглупление.

Максимальный выклев нормально развивающихся эмбрионов наблюдается при 17-18‰ (рис.2). Вне пределов этого оптимума снижение и повышение солености вызывает как уменьшение общего выклева эмбрионов, так и усиление тенденции ненормального развития. При 9-11,3‰ наблюдается нарушение клеточного деления, значительная разноразмерность клеток бластодиска, развитие прекращается на стадии крупноклеточной морулы. В воде соленостью 13,7‰ лишь у единичных икринок начинается процесс гастрюляции (рис.3). При солености, соответствующей нейтральной плавучести (15,7‰), эмбриогенез на первых двух этапах протекает без видимых отклонений от нормы, на этапе гастрюляции смертность увеличивается. В результате нарушений процесса органогенеза смертность остается высокой, и на последующих этапах 10-15% выклевывающихся эмбрионов оказываются нежизнеспособными.

При инкубации икры при 22-26‰ наблюдается снижение количества выклюнувшихся личинок с одновременным увеличением доли аномальных особей. В отличие от низкой солености ее повышение в большей степени сказывается на процессе органогенеза и последующих этапах. После закрытия бластопора усиливается обмен между средой и перивителлиновым пространством, поэтому поступление в икру воды повышенной солености приводит к различным аномалиям, в т.ч. нарушениям в закладке сердца, кишечника, развитию задне-туловищного и хвостового отделов и т.д. К стадии вылупления большая часть аномальных эмбрионов погибает. Выклеывающиеся личинки слабо пигментированы, с изогнутым телом, не жизнеспособны. Часть личинок в момент выклева не освобождена от оболочки в головном отделе. Лишь у небольшой доли икры эмбриональное развитие завершается выклевом жизнеспособных личинок.

Перенос икры, оплодотворенной и развивающейся при 18‰, в более высокую

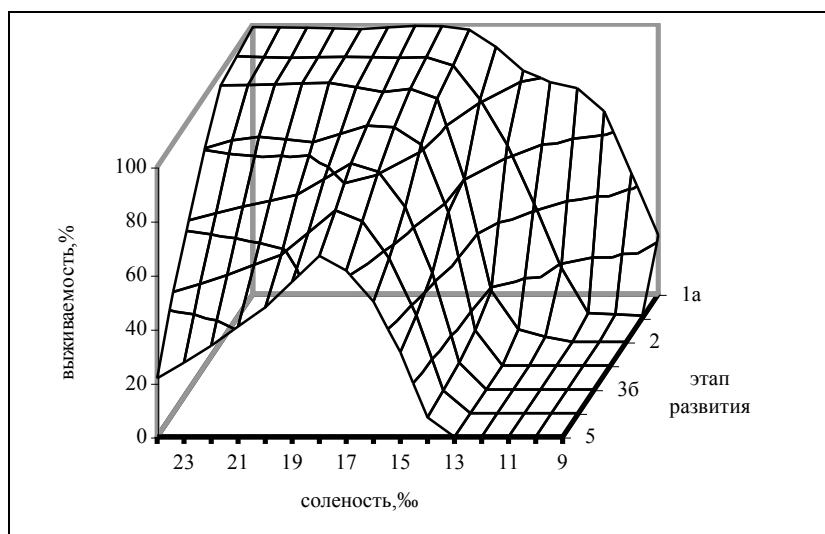


Рис. 3. Выживаемость икры камбалы калкана, оплодотворенной и развивающейся в воде различной солености. (1 - I этап - дробление: а) бластодиск; б) мелкоклеточная морула. 2 - II этап - бластуляция. 3 - III этап - гастрюляция: а) начало обрастания; б) 2/3 обрастания. 4 - IV-V этапы - органогенез. 5 - VI этап - подвижный эмбрион).

соленость приводил к повышению выживаемости эмбрионов на всех стадиях развития. При солености менее 15‰ выживаемость эмбрионов была тем выше, чем на более поздней стадии осуществлен перенос. Все эмбрионы на стадии бластулы после переноса погибли. При переносе на стадии завершения эпиболии выживало 38-45% эмбрионов.

Влияние солености на длительность периода инкубации икры и скорость развития эмбрионов не однозначно. В воде тестируемых соленостей развитие протекает синхронно лишь на первых двух этапах. На этапе гастрюляции и последующих наблюдается ускорение эмбриогенеза в воде высокой солености. При 24,4‰ время от оплодотворения икры до стадии 1/2 обрастания желтка бластодермой сокращается на 2-3 ч по сравнению с икрой, развивающейся в воде 16‰. Ко времени закрытия бластопора различия увеличиваются до 5-6 ч. Однако при высокой солености на этапах органогенеза и подвижного эмбриона скорость развития на фоне нарушений в развитии эмбрионов замедляется. Выклев в воде высокой солености задерживается и проходит в течение 5-6 ч. Период инкубации икры при 18 - 19‰, в сравнении с 16‰, сокращается на 2-3 ч.

Узкий диапазон толерантности икры к солености в значительной степени определяется условиями созревания и нереста производителей и особенностями икры. Плавуность икры морских рыб и нахождение ее в течении всего периода развития во взвешенном состоянии - одно из главных условий размножения пелагофильных рыб в Черном море. После вымета и оплодотворения икры происходит процесс набухания оболочек, образование перивителлинового пространства и затвердение оболочек яйца к началу дробления [5]. Этот механизм обеспечивает поддержание гипоосмотичности икры в более соленой воде. Экологические условия созревания и развития икры калкана выработали ряд адаптаций для обеспечения положительной плавуности: оводнение желтка в яичниках самок перед выклевом, наличие жировой капли, относительно низкое содержание сухого вещества в икре.

Важную роль в водно-солевом обмене и расширении адаптационных возможностей рыб играют структура и механические свойства оболочки икры. У многих морских рыб, обитающих в широком диапазоне солености, диаметр икры и величина перивителлинового пространства изменяются благодаря наличию складчатости

и

крупных пор в оболочке яйца, диаметр которых может достигать нескольких микрон [6]. У калкана подобный механизм изменения плавучести отсутствует. Оболочка яйца гладкая, а диаметр пор составляет 0,4 мкм [7]. Объем яйца при оплодотворении практически не меняется, перивителлиновое пространство незначительное. Выявленные особенности строения икры калкана объясняют узкий диапазон солёности, необходимый для нормального развития и выклева жизнеспособных личинок калкана.

1. Богуславский С. Г., Беляков Ю. М., Жоров В. А. Особенности гидрологического режима Черного моря. - В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. - Киев: Наук. думка, 1979. - С.11-23.
2. Костюченко В. А., Павловская Р. М. Динамика численности промысловых рыб и факторы, определяющие урожайность поколений. - В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. - Киев: Наук. Думка, 1979. - С.279-285.
3. Битюкова Ю. Е., Ткаченко Н. К., Чепурнов А. В. Термочувствительность камбалы калкана *Psetta maeotica* (Pallas) в период эмбрионального развития при искусственном выращивании // Вопр. ихтиологии - 1984. - 24, вып. 3. - С.459-463.
4. Спотт С. Содержание рыб в замкнутых системах. - М., 1983. - 190 с.
5. Лапин В. И., Мацук В. Е. Динамика общего химического состава развивающейся пелагической икры сайки *Boreogadus saida* (Lepechin) и трески *Gadus morhua marisalbi* Derjugin Белого моря // Вопр. ихтиологии - 1981.- 21, вып. 3. - С. 482-488.
6. Микодина Е. В. О структуре поверхности оболочек икринок костистых рыб // Вопр. ихтиологии - 1987. - 27, вып. 1. - С.106-110.
7. Терещенко В. А., Битюкова Ю. Е., Ткаченко Н. К. Движение зародышей камбалы калкана *Psetta maeotica* (Pallas) и изменение механических свойств оболочки икры в период эмбриогенеза // Вопр. ихтиологии.- 1992.- 32, вып.6. - С. 175-178.

Получено 25.09.98

JU. E. BITJUKOVA, N.K. TKACHENKO

EFFECT OF SALINITY ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT OF BLACK SEA TURBOT *PSETTA MAEOTICA* (PALLAS)

Summary

Eggs of the Black Sea turbot, *Psetta maeotica* (Pallas) were incubated at 10 different salinity conditions ranging from 9 to 26‰. Optimum salinity for normal development of Black Sea turbot embryos is 17-18‰. Incubation in 13‰ or less and above 25‰ water was lethal.