УДК 597.562:574.34

DOI: 10.15853/2072-8212.2019.53.34-40

ИНТЕНСИВНОСТЬ НЕРЕСТА И СТРУКТУРА НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА ЗАПАДНОБЕРИНГОВОМОРСКОГО МИНТАЯ В 2018 Г.

Н.П. Сергеева, О.Б. Тепнин, С.А. Веселов, А.В. Смирнов*

Вед. н. с.; зав. лаб.; мл. н. с.; Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»)

683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18

Тел.: (4152) 41-27-01. E-mail: sergeeva.n.p@kamniro.ru

*Вед. н. с., к. б. н.; Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО)

690091 Владивосток, пер. Шевченко, 4

Тел.: (423) 24-00-881. E-mail: anatoliy.smirnov@tinro-center.ru

МИНТАЙ, ТЕМПЕРАТУРА, СОЛЕНОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ, ИКРА, НЕРЕСТОВЫЙ ЗАПАС

Исследовано пространственное распределение икры минтая в Карагинском и Олюторском заливах в начале мая 2018 г. Основные концентрации развивающейся икры располагались в западной половине Олюторского залива и к юго-западу от п-ова Говена. Развитие икры проходило при температуре от минус 0,4 до 2,3 °С, при солёности 32,4–33,8‰. В сетных уловах доминировали эмбрионы на стадии образования зародышевой полоски, что говорит о близком завершении массового нереста. Основу нерестового запаса составляли 6–9-летние рыбы длиной 41–52 см. Приводится величина нерестового запаса 2018 г., оцененная разными способами.

SPAWNING INTENSITY AND STRUCTURE OF PARENTAL STOCK OF THE WESTERN BERING SEA WALLEYE POLLOCK IN 2018

Nadezhda P. Sergeeva, Oleg B. Tepnin, Semen A. Veselov, Anatoliy V. Smirnov*

Leading Scientist; Head of Lab.; Researcher; Kamchatka Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("KamchatNIRO")

683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18

Tel.: (4152) 42-57-96. E-mail: sergeeva.n.p@kamniro.ru

*Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Pacific Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("TINRO")

690091 Vladivostok, Shevchenko, 4

Tel.: (423) 24-00-881. E-mail: anatoliy.smirnov@tinro-center.ru

WALLEYE POLLOCK, TEMPERATURE, SALINITY, SPAWNERS, EGGS, SPAWNING STOCK

Spatial distribution of walleye pollock eggs in early May of 2018 in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs was examined. General aggregations of developing eggs were observed in the western part of Olyutorsky Gulf and southwestward from the Gauvin Peninsula. The eggs developed in the temperature range from –0.4 to 2.3 °C and salinity 32.4–33.8‰. Embryos at the stage of forming the embryonal stripe dominated in the net catches, what indicates of finishing the mass spawning soon. The basis of the spawning stock consisted of the 6–9-year-old fish with the body length 41–52 cm. The abundance of the spawning stock 2018 is demonstrated as a result of estimation by different methods.

Учет развивающейся пелагической икры — один из основных методов оценки численности нерестового запаса. Такие результаты могут использоваться как настроечные коэффициенты и, наряду с данными промысловой статистики, служат основой для оценки запаса модельными методами и прогнозирования возможного улова. Ихтиопланктонные съемки в западной части Берингова моря регулярно выполнялись в 70–80-е годы XX века, затем в 2001–2002 и 2007 гг. Впоследствии такие учетные работы не проводились. Поэтому в последние 10 лет данные ихтиопланктонных съемок не было возможности использовать при оценках запаса.

Цель работы — оценить величину нерестового запаса западноберингоморского минтая

в 2018 г., используя результаты учетной съемки и качественного состава производителей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2018 г. съемка выполнялась на НИС «Дмитрий Песков» в период 2–6 мая. Лов ихтиопланктона проведен на 53 станциях над глубинами 21–2000 м сетью ИКС-80 (газ № 14), с площадью входного отверстия 0,5 м². Применяли тотальный вертикальный лов слоя 200–0 м или от дна до поверхности на меньшей глубине. Пробы фиксировали 2%-м формалином. В пробах подсчитывали количество икры минтая и определяли стадию развития эмбрионов (не более 100 шт.) согласно 4-стадийной шкале Т.С. Рассы (1933). Количество икры на каждой

станции приводили к 1 м². Численность икры разных стадий развития рассчитывали с помощью программы КартМастер 4.1. Площадь акватории, на которой встречалась икра, равна 28,963 тыс. км².

На каждой станции измерялись температура, давление, электропроводность (соленость) гидрологическим зондом SBE 19plus (Sea-Bird Electronics, Inc., США). Полученные при вертикальном зондировании толщи вод данные служили для дальнейшего расчета глубины и солености по уравнениям состояния, предложенным ЮНЕСКО в 1991 г. (PSS-91) и реализованным в поставляемом с прибором программном обеспечении.

Все материалы по гидрологии вод в Карагинском и Олюторском заливах заносились в базу данных на основе программы Ocean Data View (ODV 5.1.0, Schlitzer R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2018). Дальнейший расчет дополнительных параметров и визуализация полученных результатов выполнялись в этой же программе.

Средняя температура и соленость воды на станциях рассчитывались для слоя 50–0 м, так как развитие икры протекает в верхнем 50-метровом слое (Горбунова, 1954).

Для характеристики качественного состава производителей использованы данные, полученные в ходе работ СРТМ «Антей» и НИС «Дмитрий Песков» в марте–мае 2018 г. Траления выполнялись донным и разноглубинным тралами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На период проведения съемки в южной части Карагинского залива, а также в мелких заливах и лиманах продолжал сохраняться ледовый покров. По этой причине температура на многих мелководных станциях оказалась отрицательной (до –1,1 °С), преимущественно в подповерхностном слое. На более глубоководных станциях в пределах шельфа отмечалась ситуация, близкая к изотермии, и только за пределами материкового склона, на глубинах от 170 до 200 м, начинало проявляться влияние теплого подповерхностного слоя; с увеличением глубины температура воды значительно возрастала (рис. 1). При этом профили солености повторяли распределение температуры, за исключением тонкого слоя распреснения, где их ход был обратным.

На картах горизонтального распределения температуры и солености в районе исследований

Рис. 1. Вертикальное распределение температуры и солености в Карагинском и Олюторском заливах в период выполнения съемки 2–6 мая 2018 г.
Fig. 1. The vertical distribution of temperature and salinity in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs in the course of survey in May 2–6, 2018

(рис. 2) отчетливо видны две основные области с отрицательными значениями температуры в приповерхностном слое. Это район южной части Ка-

рагинского залива и акватория к северу от о. Карагинского. Глубже, вплоть до придонного горизонта, весь этот мелководный участок был занят

Рис. 2. Горизонтальное распределение температуры и солености воды на глубинах 2, 30 и 100 м в Карагинском и Олюторском заливах 2–6 мая 2018 г.
Fig. 2. The horizontal distribution of water temperature and salinity in the depth 2, 30 and 100 m in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs in May 2–6, 2018

именно такими водами. За пределами материкового склона проявлялось влияние теплого подповерхностного слоя.

Рассчитанные по полю плотности скорость и направление геострофического переноса для обследованной акватории показали, что в верхнем 30-метровом слое они в целом совпадали. При генеральном вдольбереговом переносе наибольшие скорости вод наблюдались из западной части Олюторского залива к о. Карагинскому (рис. 3). Также относительно мощный поток северного направления был отмечен с мористой стороны этого острова. Кроме того, отметим наличие явно выраженных противотоков, что, очевидно, связано с присутствием в районе вихревых образований разной направленности.

Основной нерест минтая западноберинговой популяции происходит в Олюторском и

Карагинском заливах (Балыкин, 1993). В период съемки 2018 г. икра минтая распределялась на обширной акватории от м. Озерного до района м. Олюторского. В северной и западной мелководных частях Карагинского залива, а также в северной части зал. Корфа икра минтая отсутствовала (рис. 4). Температура воды на станциях, где встречалась икра минтая, изменялась от $-0,4$ до $2,3$ °C, соленость равнялась 32,4–33,8‰. Основные концентрации икры минтая располагались в западной половине Олюторского залива и к юго-западу от п-ова Говена. Максимальная концентрация отмечена в западной части Олюторского залива над глубиной 109 м (достигала 4874 шт./м²). С мористой стороны о-ва Карагинского и к югу от Ильпырского полуострова концентрации икры не превышали 500 шт./м². На значительной части обследованной площади плотность эмбрионов превы-

Рис. 3. Скорость и направление течения в приповерхностном слое вод (А) и на уровне 29 м (Б) в Карагинском и Олюторском заливах 2–6 мая 2018 г.

Fig. 3. The speed and the direction of the currents in the subsurface zone (А) and in the depth of 29 m (Б) in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs in May 2–6, 2018

Рис. 4. Распределение икры минтая в Карагинском и Олюторском заливах 2–6 мая 2018 г. Точки на карте — расположение выполненных станций

Fig. 4. The distribution of walleye pollock eggs in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs in May 2–6, 2018. The points on the map demonstrate examined stations

шала 1000 шт./м². Температура воды в местах с такой плотностью варьировала от –0,2 до 0,9 °С, соленость составляла 32,5–32,9‰. Таким образом, развитие эмбрионов проходило в условиях при средневзвешенной к их количеству на станциях температуре 0,4 °С и солености 32,7‰.

Нерестилища, судя по распределению икры I стадии, отмечались в западной части Олюторского залива на глубинах 64–236 м. По мере развития икры ее концентрации смещались в юго-западном направлении, что совпадает с переносом водных масс.

Наибольшее среднее количество икринок на лов (620 шт.) наблюдалось на станциях с глубинами 100–200 м. В пробах доминировали эмбрионы II и III стадий (61 и 22% соответственно). На меньших глубинах на этих стадиях развития находилось 56 и 25% икринок, но средний улов был в разы меньше — 163 шт. Над глубинами 200–300 м соотношение стадий развития было противоположным: 76% икринок соответствовали I стадии, остальные — II, при среднем улове 102 шт. Наименьшее число икринок поймано над глубинами более 300 м, в среднем 18 шт./лов. Здесь доли I и II стадий составили 54 и 40%. Икринки на стадии оформившегося эмбриона встречались лишь на трех станциях (1–12 шт./лов) над глубинами 70–120 м.

Расчеты показали, что всего в период съемки учтено 20,834 трлн икринок разных стадий развития (табл. 1). Близкое количество икры (20,03 × 10¹² шт.) было отмечено в 1984 г. (Балыкин, 1993).

Продолжительность эмбриогенеза при температуре 0,4 °С равна 38 суткам (Буслов, Сергеева, 2013). Отсутствие личинок и наличие эмбрионов, близких к выклеву, показывает, что начало нереста

минтая приходилось на конец марта, что соответствует среднемноголетним данным (Балыкин, 1990). На момент выполнения съемки в сетных уловах доминировали эмбрионы на стадии образования зародышевой полоски (60,6%), что говорит о близком завершении массового нереста. Кроме того, согласуя это значение с длительностью I и II стадий развития, с уверенностью можно утверждать, что пик икрометания в 2018 г. приходился на последнюю пятидневку апреля, т. е. для этого года характерен ранний нерест.

Об этом также свидетельствует соотношение производителей с разным состоянием гонад (табл. 2). Количество рыб, еще не принимавших участия в нересте, равнялось 9,2%, а доля особей с частично выметанными половыми продуктами сохранялась достаточно высокой — 41,1%.

Длина половозрелых особей в уловах в марте–мае 2018 г. варьировала от 30 до 74 см. 61,7% самок достигали длины 43–52 см, среди самцов доминировали рыбы длиной 41–50 см (71,7%) (рис. 5). Средняя длина производителей равнялась, соответственно, 48,6 и 44,2 см. Возрастная структура была представлена особями 3–20-летнего возраста. Основная часть самок достигла 7–9-летнего, а самцов — 6–8-летнего возраста. Самки представляли 57,1% от числа проанализированных половозрелых особей.

Для расчета величины нерестового запаса необходимо знание плодовитости, соотношения полов и средней массы половозрелых рыб наблюдаемой длины, а также числа изъятых промыслом до начала съемки не отнерестившихся рыб (Качина, Сергеева, 1978). В нашем случае средняя плодовитость рассчитана по зависимости от длины, предложенной П.А. Балыкиным (1990), и составила 238,751 тыс. икр. Доля самок по результатам

Таблица 1. Количество учтенной икры минтая в Карагинском и Олюторском заливах 2–6 мая 2018 г.
Table 1. Amount of walleye pollock eggs observed in Karaginsky and Olyutorsky Gulfs in May 2–6, 2018

Показатель / Number	Стадия развития / Stage of development				Всего Total
	I	II	III	IV	
Кол-во икры в пробе, шт./м ² Number of eggs in sample, specs/m ²	0–934 (101)	0–3848 (268)	0–2022 (77)	0–24 (1)	0–4874 (447)
Кол-во учтенной икры, ×10 ¹² шт. Number of eggs in total, ×10 ¹² specs	3,854	12,625	4,322	0,033	20,834

Таблица 2. Доля производителей разного состояния гонад в уловах НИС «Дмитрий Песков» 2–6 мая 2018 г.
Table 2. The ratio in the catches of the R/V “Dmitry Peskov” between spawners with different conditions of gonads for the period 2–6 of May in 2018

Пол Gender	Не отнерестившиеся, % Pre-spawners, %	Нерестовые, % Spawners, %	Отнерестившиеся, % Post-spawners, %
Самки / Females	10,1	25,3	64,6
Самцы / Males	9,0	48,9	42,1
Всего / In total	9,2	41,1	49,7

донных и разноглубинных тралений равна 57,1%. Масса самок и самцов на начало года составляла 0,710 и 0,534 кг соответственно. В январе–апреле 2018 г. в Карагинском и Олюторском заливах промыслом изъято 261 т минтая. Расчеты показали, что до начала ихтиопланктонной съемки вылов не отнерестившихся рыб составил 262,2 тыс. шт. Суммируя последнее и расчетное количество самок и самцов, оцененное по результатам съемки, получаем искомое значение нерестового запаса на начало года. Таким образом, нерестовый запас составлял не менее 147,973 млн рыб, или 93,9 тыс. т.

П.А. Балыкин (1993), исследуя межгодовую изменчивость сроков нереста западноберинговоморского минтая, показал, что в годы с «ранним» типом нереста максимум икрометания отмечается в первой пятидневке мая (в нашем случае — в последней апреля), а выживаемость эмбрионов на II стадии составляет 36,6%. Проведя несложные расчеты, получаем величину нерестового запаса 313,502 млн рыб, или 198,8 тыс. т (выживаемость на III и IV стадиях не учитывалась).

Также можно рассчитать предполагаемую величину нерестового запаса с учетом доли самок, еще не готовых к икрометанию, а также находящихся в активной фазе нереста (табл. 2). Допуская,

что нерестящиеся самки выметали половину икринок, получаем численность производителей 206,905 млн рыб, или 131,2 тыс. т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2018 г. основные концентрации развивающейся икры минтая располагались в западной половине Олюторского залива и к юго-западу от п-ова Говена. Над глубинами до 200 м доминировали эмбрионы II и III стадий развития, на станциях с глубинами 200–300 м — I стадии. По мере развития концентрации икры смещались в юго-западном направлении.

Пик икрометания приходился на конец апреля. Основу нерестового запаса составляли 6–9-летние рыбы длиной 41–52 см. По результатам съемки и с учетом промыслового изъятия неотнерестившихся производителей получено три разных оценки нерестового запаса: 93,9, 198,8 и 131,2 тыс. т. Первая оценка не учитывает гибель икры в процессе эмбриогенеза. Третья носит приблизительный характер из-за недостатка информации о состоянии зрелости гонад. Наиболее реальной представляется величина запаса, рассчитанная с учетом смертности эмбрионов, равная 198,8 тыс. т.

Рис. 5. Размерно-возрастная структура половозрелого западноберинговоморского минтая в марте–мае 2018 г.

Fig. 5. The size-age structure of mature Western Bering Sea walleye pollock in March–May of 2018

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балыкин П.А. 1990. Биология и состояние запасов минтая западной части Берингова моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. ТИНРО. 23 с.
- Балыкин П.А. 1993. Изменчивость сроков нереста и смертность развивающейся икры у западноберинговоморского минтая (*Theragra chalcogramma* (Pallas)) // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. Вып. 2. Петропавловск-Камчатский. С. 166–176.
- Буслов А.В., Сергеева Н.П. 2013. Эмбриогенез и раннее постэмбриональное развитие тресковых рыб дальневосточных морей // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 29. 2013. С. 5–69.
- Горбунова Н.Н. 1954. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 11. С. 132–196.
- Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. 1978. Методика расчета нерестового запаса восточноохоотского минтая // Рыбное хозяйство. 1978. № 12. С. 13–14.
- Расс Т.С. 1933. Инструкция по сбору и технике количественной обработки икры и мальков морских рыб. М.: ГОИН. 24 с.
- ODV 5.1.0, Schlitzer R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2018.

REFERENCES

- Balykin P.A. *Biologiya i sostoyaniye zapasov mintaya zapadnoy chasti Beringova morya. Avtoreferat dissertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Biology and state of stocks of pollock in the western part of the Bering Sea. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok: TINRO, 1990, 23 p.
- Balykin P.A. Variability of terms of spawning and mortality of developing caviar in the West Bering Sea Pollock (*Theragra chalcogramma* (Pallas)). *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 1993, vol. 2, pp. 166–176. (In Russian)
- Buslov A.V., Sergeeva N.P. Embryogenesis and early postembryonic development of codfishes of the far eastern seas. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2013, vol. 29, pp. 5–69. (In Russian with English abstracts)
- Gorbunova N.N. Reproduction and development of pollock *Theragra chalcogramma*. *Tr. In-ta okeanologii AN SSSR*, 1954, vol. 11, pp. 132–196. (In Russian)

Kachina T.F., Sergeeva N.P. A method of counting the spawning stocks of the Eastern Kamchatka Walleye pollock. *Rybnoe hozyajstvo*, 1978, vol. 12, pp. 13–14. (In Russian)

Rass T.S. *Instruktsiya po sboru i tekhnike kolichestvennoy obrabotki ikry i mal'kov morskikh ryb* [Instructions for the collection and technique of quantitative processing of caviar and fry of sea fish]. Moscow: GOIN, 1933, 24 p.

ODV 5.1.0, Schlitzer R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2018.

Статья поступила в редакцию: 11.12.2018

Статья принята после рецензии: 17.04.2019