

Промысловые виды и их биология

УДК 597.587.9:597–113.4(268.45)

Современная характеристика роста чёрного палтуса
северо-западной части Берингова моря

Е.Н. Кузнецова, Н.П. Антонов, О.А. Мазникова, А.О. Трофимова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ
«ВНИРО»), г. Москва

E-mail: kuz@vniro.ru

Проведено исследование биологического состояния тихоокеанского чёрного палтуса по материалам донной съёмки, выполненной на НИС «ТИНРО» в 2015 г. в северо-западной части Берингова моря. Рассмотрены размерно-возрастные характеристики скоплений палтуса в зависимости от глубины поимки. Дана характеристика темпа его линейного и весового роста, проанализирована изменчивость в соотношении полов в зависимости от размеров и возраста. Для чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря характерно отчётливо выраженное увеличение размерно-возрастных показателей с глубиной. Наиболее высокий темп линейного роста у палтуса наблюдается в первые годы жизни, затем несколько снижается. Темп весового роста с возрастом увеличивается, у самок более выражено, чем у самцов. Начало полового созревания чёрного палтуса в северо-западной части Берингова моря приходится на возраст 5 лет, массового созревания самцы палтуса достигают в возрасте 8 лет, самки — в возрасте 10 лет. Самцы в массе созревают на 2 года раньше и значительно раньше самок выбывают из состава популяции. Крупные старшевозрастные рыбы представлены только самками. Сравнительный анализ полученных результатов с представленными в литературе показал сходство линейного роста палтуса северо-западной части Берингова моря и палтуса тихоокеанских вод Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских о-вов. По параметрам уравнения зависимости «длина-масса» чёрный палтус северо-западной части Берингова моря близок к палтусу восточной части Берингова моря и Алеутских о-вов.

Ключевые слова: чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, Берингово море, возраст, темп роста, длина, соотношение полов.

ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанский чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder, 1901 является ценнейшим объектом российского промысла. В северной части Тихого океана его ареал охватывает Охотское и Берингово моря, подводные склоны Курильских и Алеутских о-вов [Новиков, 1974;

Фадеев, 1987; Alton et al, 1988]. На север он распространён до Берингова пролива, а молодь отмечается в южных [Новиков, 1974; Alton et al., 1988] и даже центральных районах Чукотского моря [Дьяков, 1985]. Вдоль американского побережья южной границей распространения чёрного палтуса является Бристольский залив.

В Беринговом море чёрный палтус встречается повсеместно на шельфе и материковом склоне, основные скопления образуются на материковом склоне и в нижней части шельфа от пролива Уника до мыса Олюторский [Шунтов, 1965, 1971; Фадеев, 1987]. Общий батиметрический диапазон его обитания занимает полосу мелководья и материкового склона с глубинами от 20 до 1700 м. В Западно-Беринговоморской зоне основные скопления палтуса распределяются на глубинах 320–420 м на севере Олюторско-Наваринского района. На восточном побережье Камчатки, а также в тихоокеанских водах Северных Курильских о-вов наибольшие концентрации палтуса приурочены к глубинам 300–450 м [Науменко, Давыдов, 2003].

Вопросы биологии чёрного палтуса рассматривались во многих работах [Вернидуб, Панин, 1937; Новиков, 1974; Фадеев, 1987; Булатов, 1983, 1994; Пальм и др., 1999; Дьяков, 2014; Alton et al., 1988; Kodolov, Matveychuk, 1995; и др.], однако наиболее детально изучена биология чёрного палтуса Охотского моря [Николенко, 1998]. В большинстве работ, посвящённых палтусу западной части Берингова моря, представлена информация по промыслу, пространственному и батиметрическому распределению [Дьяков, 2011; Пальм и др., 1999; Шунтов, 1965, 1966, 1971; Мазникова и др., 2018; и др.]. Сведения о возрасте и росте тихоокеанского чёрного палтуса в литературе весьма ограничены, кроме того, имеющиеся работы основаны на материалах, собранных в 90-е и более ранние годы прошлого столетия.

Камбаловые виды характеризуются выраженным половым диморфизмом, особенно это касается таких крупных рыб как палтусы. Разница в предельных размерах между самцами и самками палтусов достигает 11,4–30,1% [Фадеев, 1986]. Следовательно, различия в общей биомассе в зависимости от соотношения полов в промысловом стаде могут достигать очень высоких значений. Поэтому знания об особенностях роста самцов и самок, соотношении полов по размерным и возрастным группам необходимо учитывать в прогностических оценках, определении промысловой меры и рациональной эксплуатации запасов вида.

Для чёрного палтуса характерно раздельное обитание разных размерно-возрастных групп. Молодые рыбы распределяются в пределах шельфа, по достижении 3–4 года они переходят к обитанию на материковом склоне, с возрастом перемещаясь на большие глубины [Шунтов, 1971]. Для того чтобы проанализировать темп роста чёрного палтуса, необходим материал, охватывающий широкий диапазон глубин, что возможно реализовать только при выполнении комплексных исследований в районах массового обитания вида. В данной работе использован материал, собранный в период проведения донной траловой съёмки в летний период 2015 г. Съёмкой обследованы глубины от 20 до 780 м. Палтус в уловах был представлен особями от 6 до 94 см, что достаточно для целей данного исследования. Ранее Ю.П. Дьяков [2016] в работе, посвящённой анализу размерно-половой структуры камбаловых видов рыб, указывал на отсутствие материалов по палтусу длиной менее 47 см из западной части Берингова моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу настоящей работы положен материал, собранный в северо-западной части Берингова моря в рамках комплексной экспедиции ФГБНУ «ТИНРО-Центр» и ФГБНУ «ВНИРО» на НИС «ТИНРО» в период с 22 июня по 8 августа 2015 г. Донная съёмка выполнена тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 с мягким грунтопом (поводцы 15 см и двойная цепь — 150 кг) с горизонтальным раскрытием 16 м. Скорость тралений варьировала в пределах 2,5–3,5 узла, составив в среднем 3 узла. Стандартная продолжительность тралений — 30 минут. Исследования шельфа и свала глубин проводились по заранее намеченным разрезам и сетке станций с охватом глубин от 20 до 781 м. Обследованная площадь дна составила 164,56 тыс. км². Построение карты пространственного распределения палтуса ($FL > 22$ см) выполнено посредством программного обеспечения Surfer 13 (Golden Software). Статистическая обработка данных выполнена в MS Access и Excel (Microsoft Corporation, 2016).

Биологическому анализу подвергнуто 1091 экз. палтуса, возраст определён у 974 рыб.

Определение возраста осуществлялось по поперечному слою отолитов, проходящему через отшлифованное и прокалённое ядро [Chilton, Beamish, 1982]. Возраст указан как число полных лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В июне-августе 2015 г. в пределах исследованной акватории Олюторско-Наваринского района чёрный палтус встречался вдоль всей верхней части материкового склона, с постепенным нарастанием плотности скоплений к глубинам 300–500 м (рис. 1). Максимальные по плотности скопления рыб более 22 см были отмечены на глубине 341 м (10,5 т/км² и 16,44 тыс. экз/км²). В Анадырском заливе чёрный палтус встречался преимущественно в центральной и южной его частях на глубинах более 50 м. Распределение палтуса характеризовалось равномерным увеличением скоплений средней плотности к глубинам более 100 м. Основные его скопления были сосредоточены на глубине около 116 м (2,37 т/км² и 2,6 тыс. экз/км²).

В уловах были представлены особи чёрного палтуса длиной от 6 до 94 см (рис. 2). Кривые размерного ряда самцов и самок различались. У самцов наблюдается положительный эксцесс распределения по размерам, около 80% особей находятся в диапазоне 41–70 см, причём около 50% составляют особи 45–55 см, средние и модальные размеры практически совпадали, составив 50,1 см и 50–51 см, соответственно. У самок распределение ближе к нормальному с правосторонней асимметрией. Около 73% особей распределялись в диапазоне от 41 до 75 см, средняя длина составила 52,9 см, модальные размеры — 50–52 см и 72–75 см. Длина ювенильных особей колебалась от 6 до 28 см, модальная длина — 11–12 см.

Размерный состав уловов чёрного палтуса зависит от глубины лова, сезона и селективности орудий лова, кроме того, имеются межгодовые различия. В 50-е гг. прошлого столетия средняя длина чёрного палтуса в уловах в северо-западной части Берингова моря колебалась в пределах 53–69 см [Новиков, 1960]. По данным за 1954–1980 гг. в уловах преобла-

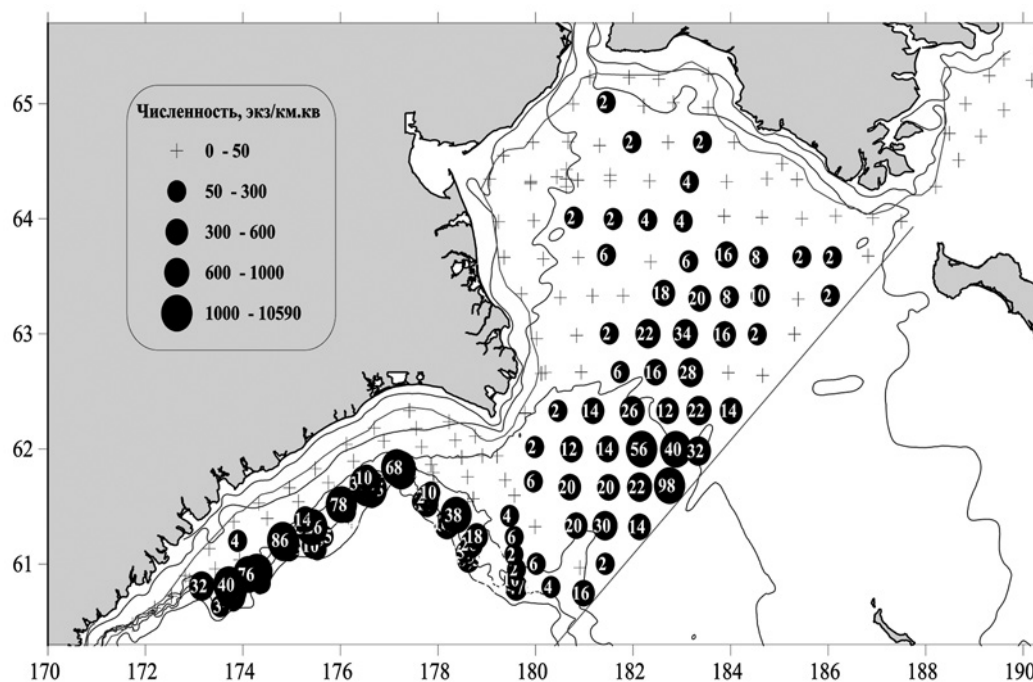


Рис. 1. Распределение чёрного палтуса в северо-западной части Берингова моря в июле-августе 2015 г. Цифры — улов, экз/час. Нанесена разделительная линия морских пространств Россия-США

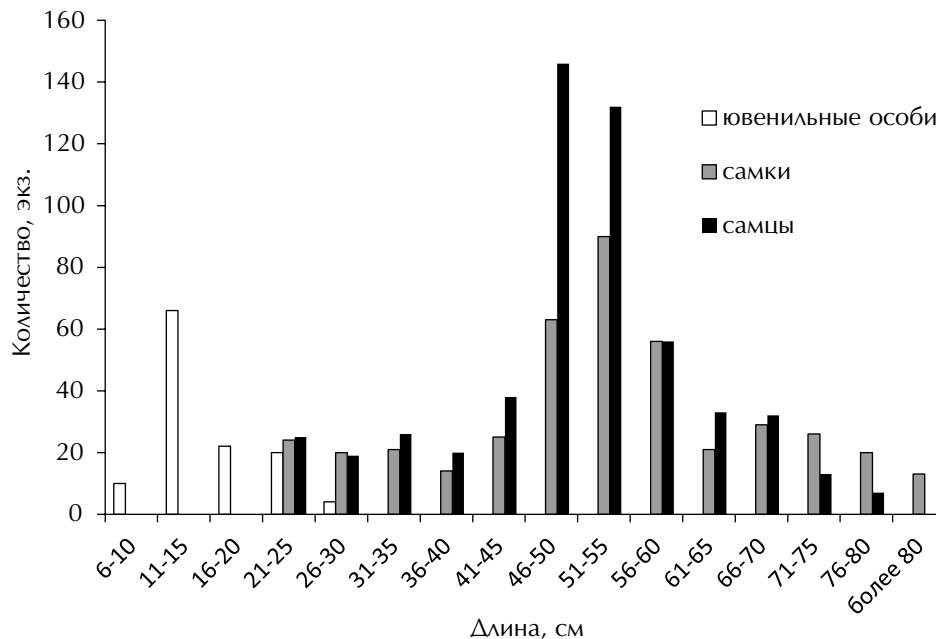


Рис. 2. Размерный состав и соотношение полов чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря по размерным группам

дали особи длиной 51–79 см [Фадеев, 1987]. В 1997 г. в северо-западной части моря средняя длина самцов составляла 69,7–71,7 см, а средняя длина самок — от 77,6 до 83,8 см [Пальм и др., 1999]. Поэтому представленные в литературе сведения о средних и преобладающих размерах чёрного палтуса в Беринговом море весьма разнятся и их сравнительный анализ не совсем корректен.

Большое значение в межгодовой и межсезонной динамике изменений размерно-весовых показателей играет характер миграций, связанный с перемещением палтуса вдоль материкового склона при образовании нагульных и нерестовых скоплений. Постепенный отход палтусов по мере их роста на большие глубины определяет увеличение их средних размеров в уловах с глубиной. Однако данная тенденция прослеживается не во всех районах обитания палтуса. По данным Мухаметова [2014], в западной части Берингова моря какое-либо изменение размерного состава с глубиной не наблюдается, в отличие от островного склона Северных Курил. Исследования, выполненные в Охотском море, показали, что увеличение линейных размеров с глубиной отчётливо выражено не по всему морю, а лишь в отдельно взятых районах —

залив Терпения и устье залива Шелихова [Николенко, 1998].

Полученные данные в ходе проведения донной траловой съёмки в 2015 г. демонстрируют постепенное увеличение средних размеров особей с увеличением глубины (табл. 1). На изобатах от 50 до 150 м ловились рыбы длиной 20–55 см, крупные особи встречались единично (около 1%). Молодь палтуса (рыбы длиной до 35 см), за исключением единичной особи, пойманной на глубине 290 м, распределялась в основном на изобатах 50–150 м, составляя около 50% улова. Сходный размерный состав рыб со средней длиной 54 см наблюдался на изобатах от 200 до 500 м. С возрастанием глубины отмечена тенденция увеличения доли крупных рыб (более 60 см), составляющих на изобатах 501–600 м 44%, на 601–700 м — 82%, на изобатах более 700 м — 90%.

Состав уловов чёрного палтуса на разных глубинах в некоторых районах его обитания зависит от сезона. Тенденция увеличения размерно-возрастных показателей чёрного палтуса с глубиной больше характерна для весенне-летнего периода, однако даже и в этот период не везде выражена столь чётко [Николенко, 1998].

Соотношение полов у рыб является важным показателем, влияющим на успешность воспро-

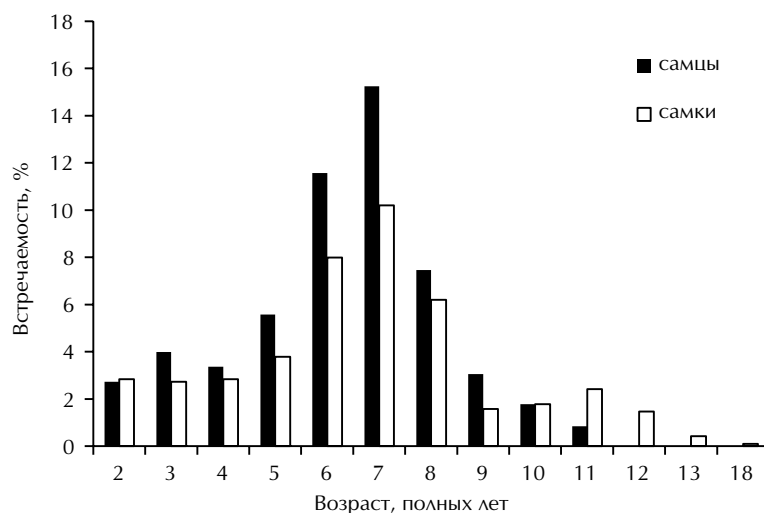
Таблица 1. Длина и возраст чёрного палтуса в зависимости от глубины

Глубина, м	50–100	101–200	201–300	301–400	401–500	501–600	601–700	701–800
Длина, см								
Средняя	36,0	41,8	53,9	54,6	54,1	59,5	68,7	70,8
Минимальная	21,0	20,0	33,0	42,0	41,0	41,0	46,0	50,0
Максимальная	66,0	79,0	94,0	86,0	77,0	84,0	88,0	88,0
Возраст, полных лет								
Средний	3,9	4,8	6,9	7,0	7,0	8,0	9,3	9,7
Минимальный	2	2	3	4	5	5	5	6
Максимальный	8	10	18	12	11	13	12	13

изводства. Изменения в соотношении полов в зависимости от размеров отмечены у тихоокеанского чёрного палтуса практически во всех районах его обитания [Alton et al., 1988; Давыдов, Куприянов, 1998; Пальм и др., 1999; Дьяков, 2014; Мухаметов, 2014]. Ю.П. Дьяков [2014], обобщив опубликованные и архивные данные по данному вопросу, отмечает, что у рыб из трёх районов (восточная часть Берингова моря, западная часть Берингова моря, восточная часть Охотского моря) наблюдается сходная динамика в изменении полового состава с увеличением размеров. В восточной части Берингова моря среди молодых рыб преобладают самцы, с увеличением размеров растёт доля самок, и они преобладают в размерном классе 55–65 см, затем их доля уменьшается. Равное соотношение полов наблюдается среди рыб длиной 70–75 см, после чего снова растёт доля самок. Для палтуса западной части Бе-

рингова и восточной части Охотского морей характерно снижение доли самок среди рыб длиной до 65 см, в размерном классе 75 см наблюдается равное соотношение полов, у более крупных рыб преобладают самки. У чёрного палтуса Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских о-вов в размерных группах 50–70 см преобладают самцы, а размерные группы длиной более 70 см в основном представлены самками [Мухаметов, 2014].

В период проведения исследований в общей выборке палтуса соотношение полов было близким 1:1, с небольшим преобладанием самцов (56%). Этот показатель изменялся в зависимости от размеров рыб (рис. 2). У рыб длиной 20–30 см наблюдалось равное соотношение полов, в размерных группах в диапазоне 31–70 см в основном преобладали самцы, исключение составляла размерная группа 56–60 см, где соотношение полов было близ-

**Рис. 3.** Возрастной состав чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

ким 1:1. У рыб длиной более 70 см преобладали самки.

Возраст рыб в уловах колебался от 2 до 18 лет, доминировали особи 5–8 лет (рис. 3). С увеличением глубины тралений наблюдалась тенденция увеличения среднего возраста рыб в уловах (табл. 1). Возрастной состав самцов и самок различался, хотя модальные возрастные классы были одинаковы для обоих полов (6–8 лет). Возрастной состав самцов был значительно короче от 2 до 11 лет (средний возраст 6,3 года), самки были представлены особями от 2 до 18 лет (средний возраст 6,7 года). В диапазоне старших возрастных групп, когда самцы уже выбывают из популяции, у самок ещё проявляется модальная возрастная группа (11 лет).

Различия в возрастном составе самцов и самок естественно отражаются на соотношении полов по возрастным группам. В возрасте 2-х лет наблюдалось равное соотношение полов, в возрасте 3–9 лет — преобладали самцы, в 10 лет — соотношение полов выравнивалось, с 11 лет преобладали самки, в более старших возрастных группах самцы отсутствовали (табл. 1). Исследования, выполненные в пер-

вой половине 1990-х гг. в северо-западной части Берингова моря, также показали доминирование самцов в младших возрастных группах и отсутствие самцов старше 11 лет [Kodolov, Matveychuk, 1995].

Ю.П. Дьяков [2014], анализируя соотношение полов по возрастным группам у палтуса западной части Берингова моря, отмечает преобладание самцов в младших возрастных группах, в равном соотношении полов у рыб в возрасте 8–9 лет, и последующем увеличением доли самок в старших возрастных группах. Наши данные по соотношению полов в зависимости от возраста больше согласуются с данными Балыкина [Балыкин, 2006] за 1997–1999 гг., когда в возрастных группах 5–10 лет преобладали самцы, а с 11-ти лет соотношение менялось в пользу самок.

В росте самцов и самок с определённого возраста также наблюдались различия. Судя по тому, что средняя длина рыб в возрасте 2-х лет составляла 23,4 см, наиболее высокий темп линейного роста у палтуса наблюдается в первые два года жизни. В 2 года размеры самцов, самок и ювенильных особей были одинаковы. В 3 года ювенильные особи значительно усту-

Таблица 2. Размеры самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря по возрастным группам

Возраст	Самцы					Самки				
	n	Длина, см		Вес, кг		n	Длина, см		Вес, кг	
		M±m	Lim	M±m	Lim		M±m	Lim	M±m	Lim
2	26	23,35±0,26	21–26	0,079±0,073	0,04–0,12	27	23,4±0,35	20–26	0,08±0,068	0,05–0,12
3	38	30,82±0,57	24–36	0,212±0,141	0,07–0,35	26	29,3±0,43	25–34	0,18±0,112	0,10–0,28
4	37	37,66±0,51	32–43	0,404±0,201	0,22–0,7	27	37,0±0,53	32–44	0,39±0,16	0,24–0,59
5	53	44,85±0,37	37–50	0,710±0,152	0,39–1,04	36	44,8±0,48	38–49	0,72±0,196	0,42–1,08
6	107	49,29±0,32	45–54	0,987±0,208	0,62–1,94	76	50,0±0,35	45–55	1,05±0,203	0,58–1,56
7	141	52,97±0,36	48–59	1,270±0,232	0,78–2,06	97	54,3±0,36	48–60	1,42±0,246	0,76–2,14
8	69	60,27±0,46	55–70	1,982±0,309	1,36–3,19	59	61,9±0,53	55–70	2,28±0,407	1,32–3,94
9	32	67,14±0,27	62–72	2,680±0,160	2,20–3,22	15	67,7±0,36	61–73	3,09±0,294	2,32–4,02
10	18	71,94±0,35	67–79	3,165±0,317	2,52–4,38	17	73,9±0,27	70–78	4,02±0,265	3,22–5,22
11	8	75,63±0,36	70–79	3,845±0,329	2,92–5,18	23	75,9±0,32	70–84	4,37±0,288	3,30–5,62
12						14	82,2±0,46	74–88	5,50±0,336	4,10–7,52
13						4	82,5±0,24	79–85	5,34±0,173	4,88–5,94
18						1	94,0		9,48	
Итого	529					422				

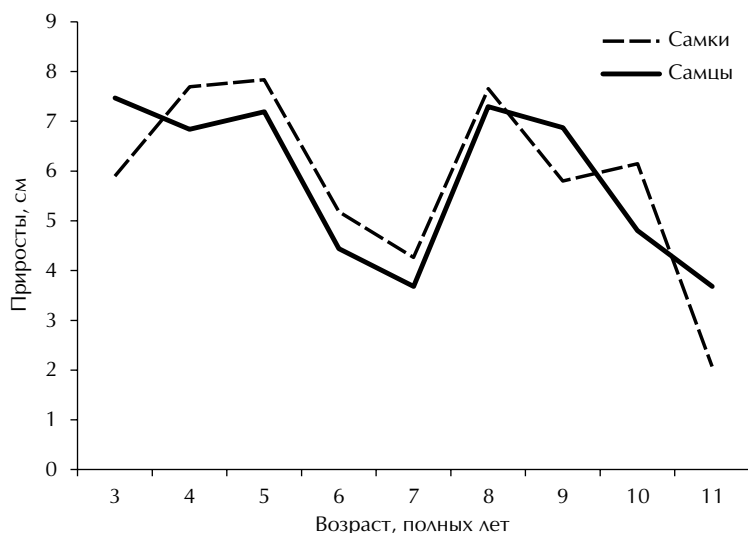


Рис. 4. Годовые приросты длины чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

пали в длине (средняя длина 25,8 см) рыбам, пол которых можно было определить. Самцы в возрасте 3–4 года незначительно превосходили одновозрастных самок, в возрасте 5 лет длина рыб обоих полов была одинакова, с 6-ти лет длина самок была больше, чем у самцов (табл. 2).

Неравномерность роста самцов и самок лучше прослеживается при сравнении их годовых приростов. Приросты самцов на 3-м году жизни значительно превосходили приросты самок, составив, соответственно, 7,4 см и 5,9 см (рис. 4). На 4-м году приросты самок увеличились, а приросты самцов — снизились. С 4 до 11 лет динамика линейного роста самцов и самок, в общем, была схожа, с 4-х до 6-ти лет приросты снижались, на 7-м году жизни — увеличивались, после чего стали неуклонно снижаться. Возможно, снижение линейного роста палтуса в возрасте 4–6 лет связано с началом полового созревания палтуса.

Чёрный палтус тихоокеанских вод юго-восточной Камчатки и Северных Курильских островов, видимо, имеет сходный темп линейного роста, так как к 10-ти годам достигает длины 74–83 см [Мухаметов, 2014]. В литературе имеются сведения по росту палтуса в Беринговом море в 30-е гг. прошлого столетия [Вернидуб, Панин, 1937]. Однако исследования были выполнены на небольшом материале (возраст определён у 75 экз.), годовые приросты, определённые методом обратного расчи-

сления, составляли всего около 3 см, а у старых рыб и того меньше. К 9-ти годам рыбы имели длину 55 см. Согласно нашим данным, палтус достигает такой длины к 8-ми годам.

Линейный рост чёрного палтуса хорошо аппроксимируется уравнением Берталанфи (рис. 5):

$$L(t) = 197 \times (1 - e^{-0,04(t+1,25)}) \text{ — для самцов;}$$

$$L(t) = 180 \times (1 - e^{-0,05(t+0,88)}) \text{ — для самок.}$$

Весовой рост чёрного палтуса характеризуется более заметными возрастными изменениями. Если интенсивное увеличение линейных размеров палтуса происходит до созревания, то увеличение массы тела становится более интенсивным к моменту наступления половой зрелости, в т. ч. за счёт увеличения веса гонад и печени.

Наименьший темп весового роста у чёрного палтуса наблюдается в первые годы жизни (рис. 6). С возрастом темп весового роста рыб ускоряется, особенно после 7-ми лет (53–54 см). Увеличение весовых приростов у палтуса длиной более 55 см отмечалось и в прошлые годы [Вернидуб, Панин, 1937].

Весовой рост чёрного палтуса описывается уравнением Гомпертца:

$$W(t) = 10,8 \times \exp[-6,58e^{-0,169t}] \text{ — для самцов;}$$

$$W(t) = 13,5 \times \exp[-6,42e^{-0,159t}] \text{ — для самок.}$$

В весовом росте одновозрастных самцов и самок чёрного палтуса прослеживается та

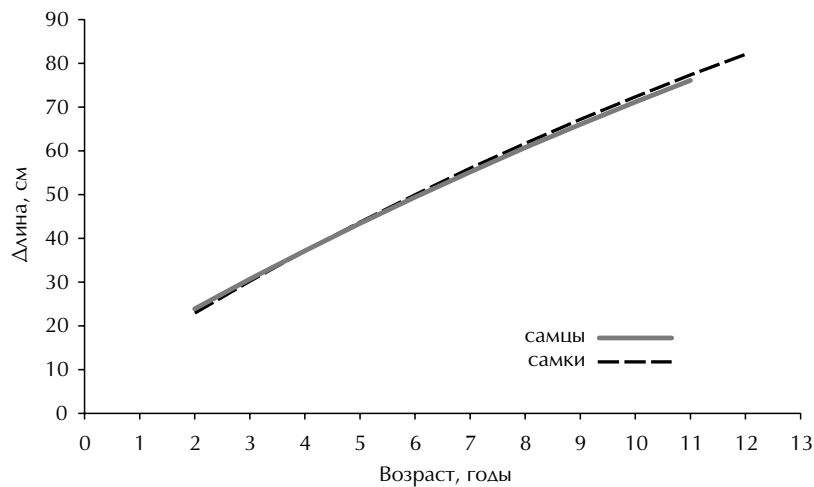


Рис. 5. Лине́йный рост чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

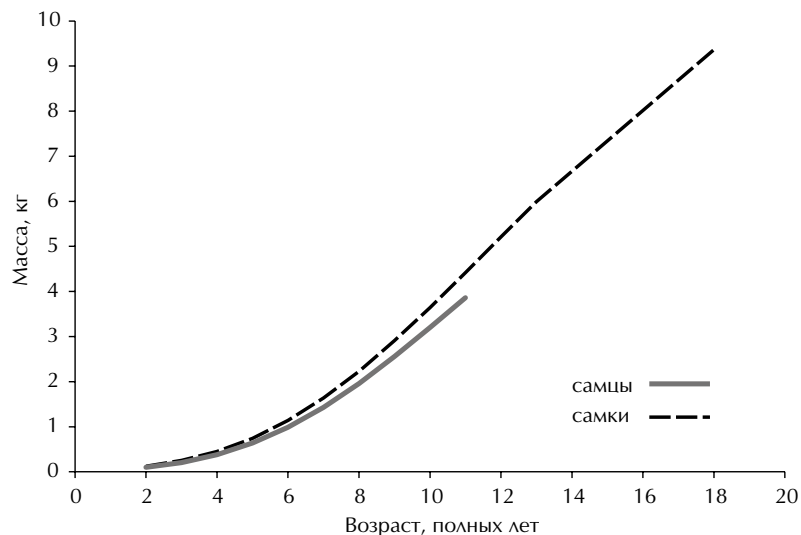


Рис. 6. Весовой рост самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

же тенденция, что и в линейном. Скорость роста самок выше, и разница увеличивается с возрастом. В 11 лет разница в весовых характеристиках самцов и самок составила 525 г (табл. 2).

Зависимость между длиной и массой у чёрного палтуса описывается уравнением степенной функции (рис. 7):

$$W(L) = 2 \times 10^{-6} \times L^{3,3461} \text{ — для самцов;}$$

$$W(L) = 2 \times 10^{-6} \times L^{3,3913} \text{ — для самок.}$$

Для обоих полов эта зависимость выражается формулой $W(L) = 2,29 \times 10^{-6} \times L^{3,33}$. По параметрам уравнения зависимости «длина-масса» чёрный палтус северо-западной части Берингова моря близок к палтусу восточной

части Берингова моря и Алеутских о-вов, у которого эта зависимость выглядит следующим образом: $W = 2,44 \times 10^{-6} \times L^{3,34}$ [Steven J. et al., 2016].

Размер и возраст полового созревания рыб являются важнейшими показателями, характеризующими репродуктивный потенциал популяции. Соотношение зрелых и незрелых особей по размерным и возрастным группам учитывается при оценке запасов. Длина, по достижении которой созревает большая часть особей палтуса, варьирует в зависимости от районов их обитания. В Охотском море массовое созревание самцов происходит при длине 55–60 см, самок — при длине 65–70 см

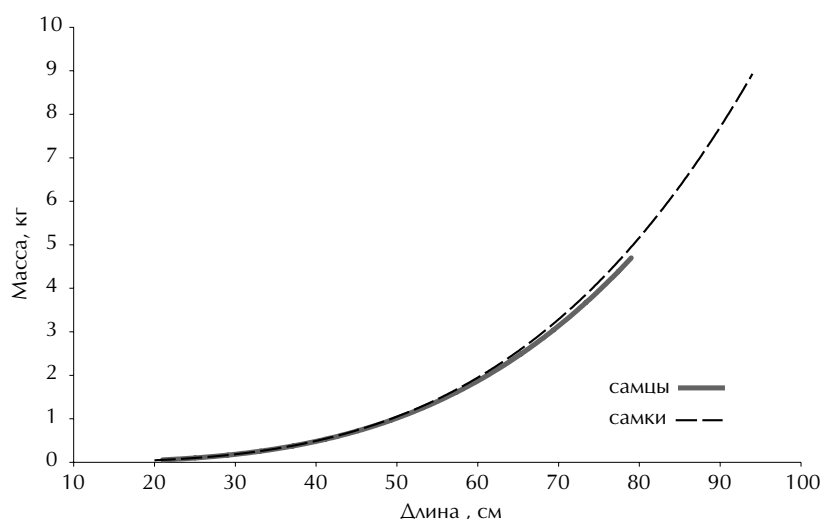


Рис. 7. Зависимость между длиной и массой самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

[Николенко, 1998]. У Северных Курильских о-вов созревание палтуса происходит при длине 50–65 см [Новиков, 1974]. В Беринговом море и районе Алеутских о-вов массовое половое созревание палтуса достигается при длине 65–70 см [Cooper et al., 2007].

В целом по Берингову морю, диапазон размеров начала созревания палтуса варьирует в пределах 30–61 см. Длина, при которой созревает 50% самцов, составляет 51 см, возраст — 4–6 лет, самок — 61 см, возраст — 6–7 лет. Все самцы становятся половозрелыми при достижении возраста 10–11 лет,

самки — при достижении 10–15 лет [Новиков, 1962, 1974; Фадеев, 1971, 1984, 1986, 1987; Шунтов, 1971; Дьяков, 1987, 2015; Балыкин, 2006]. В тихоокеанских водах Камчатки и Северных Курильских о-вов, по архивным данным «КамчатНИРО», половозрелые самцы и самки начинают встречаться по достижении длины 30–35 см, самцы — в возрасте 4 лет, самки — в возрасте 5 лет. Полностью особи становятся половозрелыми при достижении длины 60–65 см, самцы — в возрасте 7 лет, самки — в возрасте 8 лет. По другим данным размеры созревания чёрного палтуса

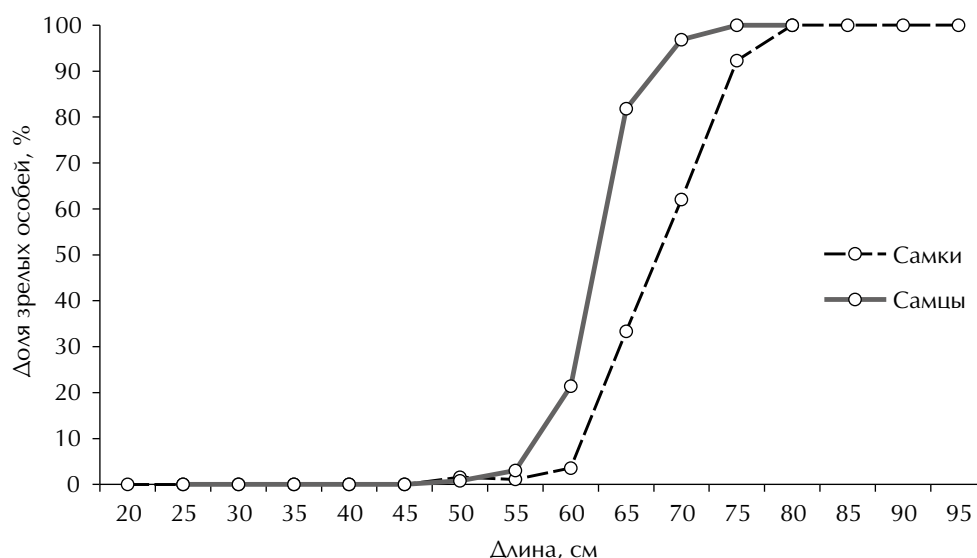


Рис. 8. Огивы созревания самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря (по длине)

в этом районе соответствуют длине 50–65 см, у самцов — возрасту 4–6 лет, у самок — возрасту 5–7 лет [Новиков, 1974].

Ввиду того, что материалы 2015 г. были собраны в период активного нагула палтуса, подавляющее количество особей (82%) имели гонады на II стадии зрелости. В эту группу входили рыбы двух категорий: не достигшие половой зрелости и повторно созревающие. У части особей (14%) гонады находились на стадии зрелости VI–II, что и дало нам возможность построить огивы созревания чёрного палтуса.

Половозрелые самцы чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря встречались при длине 48 см, массовой зрелости достигали при длине 59 см; половозрелые самки встречались при сходной с самцами длине (49 см), массовой зрелости достигали при длине 62 см (рис. 8). По литературным данным по Берингову морю в целом диапазон размеров начала полового созревания чёрного палтуса колеблется в широких пределах от 30 до 61 см [Дьяков, 2015].

Первые половозрелые особи как у самцов, так и у самок появляются в возрасте 5-ти лет. Массовой зрелости самцы достигают в возрасте 8-ми лет; самки — в возрасте 10-ти лет (рис. 9).

Время наступления полового созревания чёрного палтуса в 5–6 лет (самцов в 5 лет,

самок в 6 лет) было отмечено для северо-западной части Берингова моря и в предыдущие годы [Дьяков, 1987].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для самцов и самок чёрного палтуса характерны значительные различия в размерно-возрастных характеристиках. У самцов наблюдается положительный эксцесс распределения размерных и возрастных групп, у самок распределение ближе к нормальному с правосторонней асимметрией. Наблюдаемые различия связаны с разной продолжительностью жизни и особенностью жизненного цикла особей разного пола. В наших пробах максимальный возраст самцов составил 11 лет, самок — 18 лет. В диапазоне старших возрастных групп, когда самцы уже выбывают из популяции, у самок ещё проявляются модальные возрастные группы.

Различия в возрастном составе самцов и самок естественно отражаются на соотношении полов рыб разных возрастных групп. В возрасте 2-х лет соотношение полов равное, в возрасте 3–9 лет — преобладают самцы, в 10 лет соотношение полов выравнивается, с 11-ти лет доминируют самки, старшевозрастные рыбы представлены только самками. Подобная структура популяции обеспечивает большую её плодовитость, так как крупные рыбы откладывают больше икринок [Замахеев, 1959].

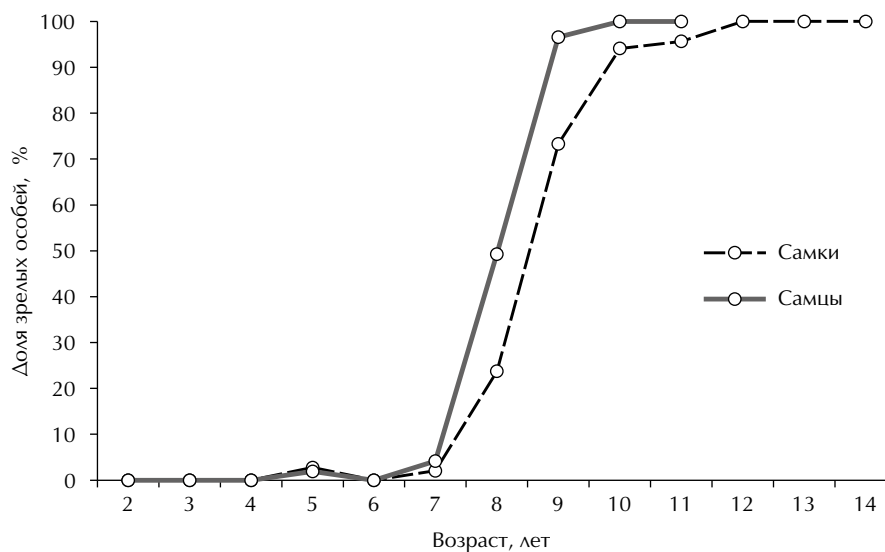


Рис. 9. Огивы созревания самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря (по возрасту)

Меньшая продолжительность жизни самцов по сравнению с самками свидетельствует о том, что в определённом диапазоне возрастных групп их естественная смертность существенно выше, чем смертность самок. На старшевозрастных самок приходится пресс сетного и ярусного промысла, что может отрицательно сказаться на воспроизводительном потенциале популяции.

Наиболее высокий темп линейного роста у чёрного палтуса наблюдается в первые два года жизни, затем постепенно снижается. Темп весового роста с возрастом увеличивается, особенно после 7-ми лет, у самок более выражен, чем у самцов. Размеры одновозрастных самцов и самок одинаковы в возрасте 2-х лет, в возрасте 3—4 года самцы несколько превосходят самок, к 5-ти годам размеры рыб обоих полов выравниваются, с 6-ти лет самки размерами превосходят одновозрастных самцов.

Первые половозрелые особи как среди самцов, так и среди самок, у чёрного палтуса начинают появляться в возрасте 5 лет. Однако массового созревания самцы достигают в возрасте 8 лет, а самки на 2 года позже — в возрасте 10 лет.

При равном исходном соотношении полов и более длительном жизненном цикле самок, казалось бы, что в нерестовом стаде самок должно быть значительно больше, чем самцов. Однако, за счёт более раннего созревания самцов, абсолютное количество самцов и самок в нерестовом стаде практически уравнивается.

Для чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря характерно чётко выраженное увеличение размерно-возрастных показателей с глубиной. На изобатах от 50 до 150 м распределяются особи 20—55 см в возрасте от 2 до 8-ми лет, 50% которых составляет молодь. На изобатах 200—500 м распределяются рыбы широкого диапазона размерно-возрастных групп. На изобатах свыше 500 м наблюдается постепенное увеличение доли крупных особей. На глубинах более 700 м рыбы более 60 см составляют 90%.

ЛИТЕРАТУРА

- Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: Изд-во ВНИРО. 142 с.
- Булатов О.А. 1983. Распределение икры и личинок чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) в восточной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 23. Вып. 1. С. 162—164.
- Булатов О.А. 1994. Особенности размножения рыб и распределение ихтиопланктона восточной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 115. С. 17—56.
- Вернидуб М.Ф., Панин К.И. 1937. Некоторые данные о систематическом положении и биологии тихоокеанского представителя *Reinhardtius* Gilb. // Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та. № 15. С. 250—272.
- Давыдов И.И., Куприянов С.В. 1998. Особенности пространственно-батиметрического распределения и размерно-половой структуры чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder (Pleuronectidae) у западного побережья Камчатки // Труды КамчатНИРО. 1998. Вып. 4. С. 46—51.
- Дьяков Ю.П. 1985. Популяционная структура чёрного палтуса северной части Тихого океана // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР. 22 с.
- Дьяков Ю.П. 1987. Некоторые особенности воспроизводства тихоокеанского чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* // Вопросы ихтиологии. Т. 27. Вып. 5. С. 823—830.
- Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные (Pleuronectiformes) дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций) // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Изд-во КамчатНИРО. 48 с.
- Дьяков Ю.П. 2014. Размерно-половая и половозрелая структура популяций дальневосточных камбал (Pleuronectidae) // Известия ТИНРО. Т. 177. С. 77—113.
- Дьяков Ю.П. 2015. Половое созревание дальневосточных камбалообразных (Pleuronectiformes) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 39. С. 5—69.
- Замахеев Д.Ф. 1959. О типах размерно-половых соотношений у рыб // Труды Мосрыбвтуза. Вып. 10. С. 183—209.
- Мазникова О.А., Новиков Р.Н., Датский А.В., Новикова С.В., Орлов А.М., 2018. Современное состояние промысла чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) в запад-

- ной части Берингова моря и у восточного побережья Камчатки // Вопросы рыболовства. Т. 19. С. 42–57.
- Мухаметов И.Н. 2014. Палтусы прикурильских вод: биология, состояние запасов, перспективы промысла // Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 24 с.
- Науменко Н.И., Давыдов И.И. 2003. Тихоокеанский чёрный палтус // Состояние биологических ресурсов Северо-Западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. С. 49–50.
- Николенко Л.П. 1998. Биология и промысел чёрного палтуса Охотского моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 23 с.
- Новиков Н.П. 1960. Палтусы Берингова моря // Рыбное хозяйство. № 1. С. 12–15.
- Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.
- Пальм С.А., Чикилев В.Г., Датский А.В. 1999. Биология, промысел и распределение чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1. С. 252–261.
- Тупоногов В.Н. 2003. Особенности летне-осеннего распределения и состояния ресурсов палтусов в Охотском море и у Курильских островов в 2000 г. // Известия ТИНРО. Т. 133. С. 145–160.
- Фадеев Н.С. 1971. Биология и промысел тихоокеанских камбал. Владивосток: Дальиздат. 98 с.
- Фадеев Н.С. 1984. Промысловые рыбы северной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 269 с.
- Фадеев Н.С. 1986. Палтусы и камбалы // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 341–365.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы. М.: Агропромиздат. 175 с.
- Шунтов В.П. 1965. Распределение чёрного и стрелозубых палтусов в северной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 53. С. 155–163.
- Шунтов В.П. 1966. Некоторые данные по биологии чёрного палтуса Охотского моря // Труды ВНИРО. Т. 60. С. 271–279.
- Шунтов В.П. 1971. Некоторые закономерности распределения чёрного и стрелозубых палтусов в северной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 75. С. 3–36.
- Alton M.S., Bakkala R.G., Walters G.E., Munro P.T. 1988. Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides* of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands region // NOAA Technical Report. NMFS-71. 31 p.
- Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station: Can. Spec. Publ. Fish. and Aquat. Sci. № 60. 98 p.
- Cooper D.W., Maslenikov K.P., Gunderson D.R. 2007. Natural mortality rate, annual fecundity, and maturity at length for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from the northeastern Pacific // Fish. Bull. Vol.105(2). P. 296–304.
- Steven J. Barbeaux, James Ianelli, Dan Nichol and Jerry Hoff. 2016. Assessment of Greenland turbot (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Bering Sea and Aleutian Islands // NPFMC Bering Sea and Aleutian Island SAFE. Technical Report. P. 895–1013.
- Kodolov L.S., Matveychuk S.P. 1995. Stock Condition of Greenland Turbot (*Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder) in the Northwestern Bering Sea // Proceedings of the Intern. Sympos. on North Pacific Flatfish. Anchorage, Alaska. P. 451–465.

Поступила в редакцию 24.09.2018 г.
Принята после рецензии 03.10.2018 г.

Commercial species and their biology

Modern characteristic of the growth of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea

E.N. Kuznetsova, N.P. Antonov, O.A. Maznikova, A.O. Trofimova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

A study on the biological state of the Greenland turbot was carried out based on the bottom survey data collected at the «TINRO» research vessel in 2015 in the northwestern part of the Bering Sea. Size and age characteristics of the Greenland turbot aggregations are considered depending on the depth of the capture. The characteristic of the rate of its linear and weight growth is given, variability in the sex ratio is analyzed depending on the size and age. A distinctly pronounced increase in the size-age indices with depth is considered typical for the Greenland turbot in the northwestern part of the Bering Sea. The highest rate of linear growth of turbot is observed in the first years of life, then decreases slight. The rate of weight growth increases with age, in females more than in males. The beginning of maturation of the Greenland turbot in the northwestern part of the Bering Sea is considered at the age of 5 years, male turbot reaches maturity at the age of 8, females — at the age of 10 years. Males mature faster for 2 years earlier than females and much earlier than females drop out of the population. Large old age fish are represented only by females. Comparative analysis of the obtained results with those presented in the literature showed the similarity of the linear halibut growth data of the northwestern part of the Bering Sea and the turbot of the Pacific waters of southeastern Kamchatka and the Northern Kurile Islands. According to the parameters of the “length-mass” dependence equation, the Greenland turbot of the northwestern part of the Bering Sea is close to the turbot of the eastern part of the Bering Sea and the Aleutian Islands.

Keywords: Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, Bering Sea, age, growth rate, length, weight, sex ratio.

REFERENCES

- Balykin P.A. *Sostoyanie i resursy rybolovstva v zapadnoj chasti Beringova moray* [Status and resources of fisheries in the Western Bering Sea]. M.: Izd-vo VNIRO. 2006. 142 s.
- Bulatov O.A. 1983. *Raspredelenie ikry i lichinok chernogo paltusa Reinhardtius hippoglossoides (Walbaum) v vostochnoj chasti Beringova morya* [The distribution of eggs and larvae of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) in the Eastern part of the Bering sea] // *Voprosy ihtiologii*. T. 23. Vyp. 1. S. 162-164.
- Bulatov O.A. 1994. *Osobennosti razmnzheniya ryb i raspredelenie ihtoplanktona vostochnoj chasti Beringova moray* [Features of fish reproduction and distribution of ichthyoplankton in the eastern part of the Bering Sea] // *Izvestiya TINRO*. Tom 115. S. 17–56.
- Vernidub M.F., Panin K.I. 1937. *Nekotorye dannye o sistematicheskom polozenii i biologii tihookeanskogo predstavatelya Reinhardtius Gilb.* [Some data on the systematic position and biology of the Pacific representative *Reinhardtius* Gill.] // *Uch. zap. Leningradskogo gos. un-ta*. № 15. S. 250–272.
- Davydov I.I., Kupriyanov S.V. 1998. *Osobennosti prostranstvenno-batimetriceskogo raspredeleniya i razmerno-polovoj struktury chernogo paltusa Reinhardtius hippoglossoides matsuurae Jordan et Snyder (Pleuronectidae) u zapadnogo poberezh'ya Kamchatki* [Features of spatio-bathymetric distribution and size-sex structure of Greenland halibut *Reinhardtius*

- hippoglossoides matsuurae Jordan et Snyder (Pleuronectidae) off the Western coast of Kamchatka] // Trudy. KamchatNIRO. 1998. Vyp. 4. S. 46–51.
- D'yakov Yu.P. 1985. Populyatsionnaya struktura chernogo paltusa severnoj chasti Tihogo okeana [Population structure of the black halibut of the North Pacific ocean]: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok: IBM DVNTS AN SSSR. 22 s.
- D'yakov Yu.P. 1987. Nekotorye osobennosti vosproizvodstva tihookeanskogo chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides* [Some features of reproduction of the Pacific black halibut *Reinhardtius hippoglossoides*] // Voprosy ihtiologii. T. 27. Vyp. 5. S. 823–830.
- D'yakov Yu.P. 2011. Kambaloobraznye (Pleuronectiformes) dal'nevostochnyh morej Rossii (prostranstvennaya organizatsiya fauny, sezony i prodolzhitel'nost' neresta, populyatsionnaya struktura vida, dinamika populyatsij) [Flounder (Pleuronectiformes) of the far Eastern seas of Russia (spatial organization of fauna, seasons and duration of spawning, population structure of the species, population dynamics)] // Avtoref. diss. ...dokt. biol. nauk. Izd-vo KamchatNIRO. 48 s.
- D'yakov Yu.P. 2014. Razmerno-polovaya i polovozrastnaya struktura populyatsij dal'nevostochnyh kambal (Pleuronectidae) [Size, sex and age structure of populations of far Eastern flounders (Pleuronectidae)] // Izvestiya TINRO. T. 177. S. 77–113.
- D'yakov Yu.P. 2015. Polovoe sozrevanie dal'nevostochnyh kambaloobraznyh (Pleuronectiformes) [Sexual maturation of Far Eastern flounder (Pleuronectiformes)] // Issledovaniya vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana. Vyp. 39. S. 5–69.
- Zamahaev D.F. 1959. O tipah razmerno-polovyh sootnoshenij u ryb [On the types of size-sex ratios in fish] // Trudy Mosrybvtuza. Vyp.10. S. 183–209.
- Maznikova O.A., Novikov R.N., Datskij A.V., Novikova S.V., Orlov A.M., 2018. Sovremennoe sostoyanie promysla chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) v zapadnoj chasti Beringova morya i u vostochnogo poberezh'ya Kamchatki [Current state of fisheries for Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) in the Western Bering Sea and off the Eastern Kamchatka] // Voprosy rybolovstva. T. 19. S. 42–57.
- Muhametov I.N. 2014. Paltusy prikuril'skih vod: biologiya, sostoyanie zapasov, perspektivy promysla [Halibuts Prikuril'sky waters: biology, status of stocks, the prospects for fishing] // Avtoref. diss. ...kand. biol. nauk. M.: Izd-vo VNIRO. 24 s.
- Naumenko N.I., Davydov I.I. 2003. Tihookeanskij chernyj paltus [Pacific black halibut] // Sostoyanie biologicheskikh resursov Severo-Zapadnoj Patsifiki. Petropavlovsk-Kamchatskij: Izd-vo KamchatNIRO. S. 49–50.
- Nikolenko L.P. 1998. Biologiya i promysel chernogo paltusa Ohotskogo moray [Biology and fishery of the black halibut of the sea of Okhotsk] // Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok: TINRO. 23 s.
- Novikov N.P. 1960. Paltusy Beringova moray [Halibut of the Bering Sea] // Rybnoe hozyajstvo. № 1. S. 12–15.
- Novikov N.P. 1974. Promyslovyje ryby materikovogo sklona severnoj chasti Tihogo okeana [Commercial fish of the North Pacific continental slope]. M.: Pishch. prom-st'. 308 s.
- Pal'm S.A., Chikilev V.G., Datskij A.V. 1999. Biologiya, promysel i raspredelenie chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides* v Anadyrsko-Navarinskom rajone Beringova morya [Biology, fisheries and distribution of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* in the Anadyr-Navarino area of the Bering Sea] // Izvestiya TINRO. T. 126. Ch. 1. S. 252–261.
- Tuponogov V.N. 2003. Osobennosti letne-osennego raspredeleniya i sostoyanie resursov paltusov v Ohotskom more i u Kuril'skih ostrovov v 2000 g. [Features of summer-autumn distribution and the state of halibut resources in the sea of Okhotsk and the Kuril Islands in 2000] // Izvestiya TINRO. T. 133. S. 145–160.
- Fadeev N.S. 1971. Biologiya i promysel tihookeanskikh kambal. [Biology and fisheries of Pacific flounders]. Vladivostok: Dal'izdat. 98 s.
- Fadeev N.S. 1984. Promyslovyje ryby severnoj chasti Tihogo okeana. [Commercial fish of the North Pacific]. Vladivostok: DVNTS AN SSSR. 269 s.
- Fadeev N.S. 1986. Paltusy i kambaly [Halibut and flounder] // Biologicheskie resursy Tihogo okeana. M.: Nauka. S. 341–365.
- Fadeev N.S. 1987. Severotihookeanskije kambaly [North Pacific flounder]. M.: Agropromizdat. 175 s.
- Shuntov V.P. 1965. Raspredelenie chernogo i strelozubyh paltusov v severnoj chasti Tihogo okeana [Distribution of black halibut and arrowtooth flounder in the North Pacific] // Izvestiya TINRO. T. 53. S. 155–163.
- Shuntov V.P. 1966. Nekotorye dannye po biologii chernogo paltusa Ohotskogo moray [Some data on the biology of the black halibut of the sea of Okhotsk] // Trudy VNIRO. T.60. S. 271–279.
- Shuntov V.P. 1971. Nekotorye zakonomernosti raspredeleniya chernogo i strelozubyh paltusov v severnoj chasti Tihogo okeana [Some regularities of distribution of black and arrowtooth halibut in the North Pacific ocean] // Izvestiya TINRO. T. 75. S. 3–36.
- Alton M.S., Bakkala R.G., Walters G.E., Munro P.T. 1988. Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides*

- of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands region // NOAA Technical Report. NMFS-71. 31 p.
- Chilton D.E., Beamish R.J.* 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station: Can. Spec. Publ. Fish. and Aquat. Sci. № 60. 98 p.
- Cooper D.W., Gunderson D.R.* 2007. Natural mortality rate, annual fecundity, and maturity at length for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from the northeastern Pacific Ocean // Fish. Bull. Vol. 105(2). P. 296–304.
- Steven J. Barbeaux, James Ianelli, Dan Nichol and Jerry Hoff.* 2016. Assessment of Greenland turbot (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Bering Sea and Aleutian Islands // NPFMC Bering Sea and Aleutian Island SAFE. Technical Report. P. 895–1013.
- Kodolov L.S., Matveychuk S.P.* 1995. Stock Condition of Greenland Turbot (*Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder) in the Northwestern Bering Sea // Proceedings of the Intern. Sympos. on North Pacific Flatfish. Anchorage, Alaska. P. 451–465.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Size and age composition of the Greenland Turbot depending on the depth.

Table 2. Size composition of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Spatial distribution of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea in July-August 2015 (numeral — catch, ind/hour. The dividing line of the sea spaces of Russia-USA).

Fig. 2. Size composition and sex ratio of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 3. Age composition of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 4. Annual increments of the length of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 5. Length growth of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 6. Weight growth of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 7. Dependence between length and weight of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 8. Ogives of maturation of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea (by length).

Fig. 9. Ogives of maturation of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea (by age).