

УДК 597.556.35:591.16(265.53-17)

ПЛОДОВИТОСТЬ ЖЕЛТОПЕРОЙ КАМБАЛЫ *LIMANDA ASPERA* (PLEURONECTIDAE) СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

© 2009 г. Р.Р. Юсупов

Магаданский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии, Магадан 685000

По результатам многолетних наблюдений представлены данные о сроках нереста, абсолютной и относительной индивидуальной плодовитости желтоперой камбалы северной части Охотского моря. Установлено, что плодовитость камбалы исследуемого района одна из самых высоких по ареалу. По комплексу репродуктивных параметров североохотоморская группировка вида сходна с популяциями относительно небольшой численности зал. Олюторский, Терпения и Петра Великого.

ВВЕДЕНИЕ

Из отмеченных В.В. Федоровым с соавторами (2003) для северной части Охотского моря 13 видов камбал, (без учета палтусов) желтоперая лиманда *Limanda aspera* является одним из наиболее распространенных видов камбал, а летом и осенью в прибрежье Тауйской губы и Притауйского района – абсолютным доминантом по численности и биомассе. Однако на фоне высокой кормовой базы обширного шельфа северной части Охотского моря, запасы камбал (в том числе желтоперой камбалы) относительно небольшие. Впервые на эту диспропорцию обратил внимание П.А. Моисеев (1953). Более поздние исследования Л.А. Борца (1985, 1990) подтвердили, что численность и биомасса донных рыб (в том числе и камбал) здесь на порядок ниже, чем на соседнем шельфе Западной Камчатки. Анализируя неадекватно низкую (на фоне хорошей пищевой обеспеченности) величину запасов камбал в северной части Охотского моря, Н.С. Фадеев (1971) также высказал предположение, что, это связано с их высокой смертностью в раннем онтогенезе вследствие неблагоприятных гидрологических условий.

Сравнительный анализ литературных данных (Власова и др., 1971; Фадеев, 1987; Юсупов, 2004) показал, что в исследованных географических локальностях желтоперой камбалы величина мгновенного коэффициента естественной смертности варьирует довольно значительно и находится в обратной зависимости от численности популяций. В наиболее крупных популяциях вида на акваториях Западной Камчатки и юго-востока Берингова моря отмечены самые низкие показатели смертности 0,24-0,26. В локальных группировках желтоперой камбалы Тауйской губы, заливов Терпения и Петра Великого, запасы которых существенно ниже, этот показатель составляет соответственно 0,30, 0,29 и 0,28.

С другой стороны, известно (Никольский, 1974, с. 67), что «...чем выше плодовитость популяции или вида, тем, следовательно, к большей интенсивности смертности популяция или вид приспособлены». Еще раньше приспособительное значение высокой плодовитости камбал к повышенной смертности отмечали П.А. Моисеев (1953) и Т.Б. Багенал (Bagenal, 1960).

Учитывая сказанное выше, можно полагать, что высокая естественная смертность желтоперой камбалы, обитающей в Тауйской губе и в Притауйском районе северной части Охотского моря, должна иметь своим отражением повышенную воспроизводительную

способность популяции через увеличение индивидуальной плодовитости самок. С этой точки зрения, изучение плодовитости желтоперой камбалы исследуемого района представляет не только научный, но и практический интерес.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для работы послужили сборы желтоперой камбалы в ходе плановых исследований МагаданНИРО по объектам прибрежного комплекса в июне-сентябре 2004-2006 гг. Сбор и обработку материалов проводили согласно общепринятому руководству (Правдин, 1966). Возраст рыб регистрировали по поперечному разлому отоидов после предварительного их прокалывания. Абсолютную плодовитость (АП) 185 самок определили счетно-весовым методом с последующим расчетом их относительной плодовитости (ОП). Корреляционные связи и зависимости исследовали с помощью стандартного пакета анализа данных Excel. Степень сопряженности плодовитости самок с их размерно-весовыми параметрами и возрастом оценивали корреляцией Пирсона. Поскольку связь АП с длиной тела и возрастом у желтоперой камбалы имеет нелинейный характер, приведение к линейному виду провели путем логарифмирования эмпирических значений плодовитости (рис. 1). Для графического представления данных многомерного анализа не взвешенным попарно групповым методом (UPGA) использовали прикладную программу Statistica 6.0 (Боровиков, 2003). Статистическая обработка материалов проведена по Г.Ф. Лакину (1980).

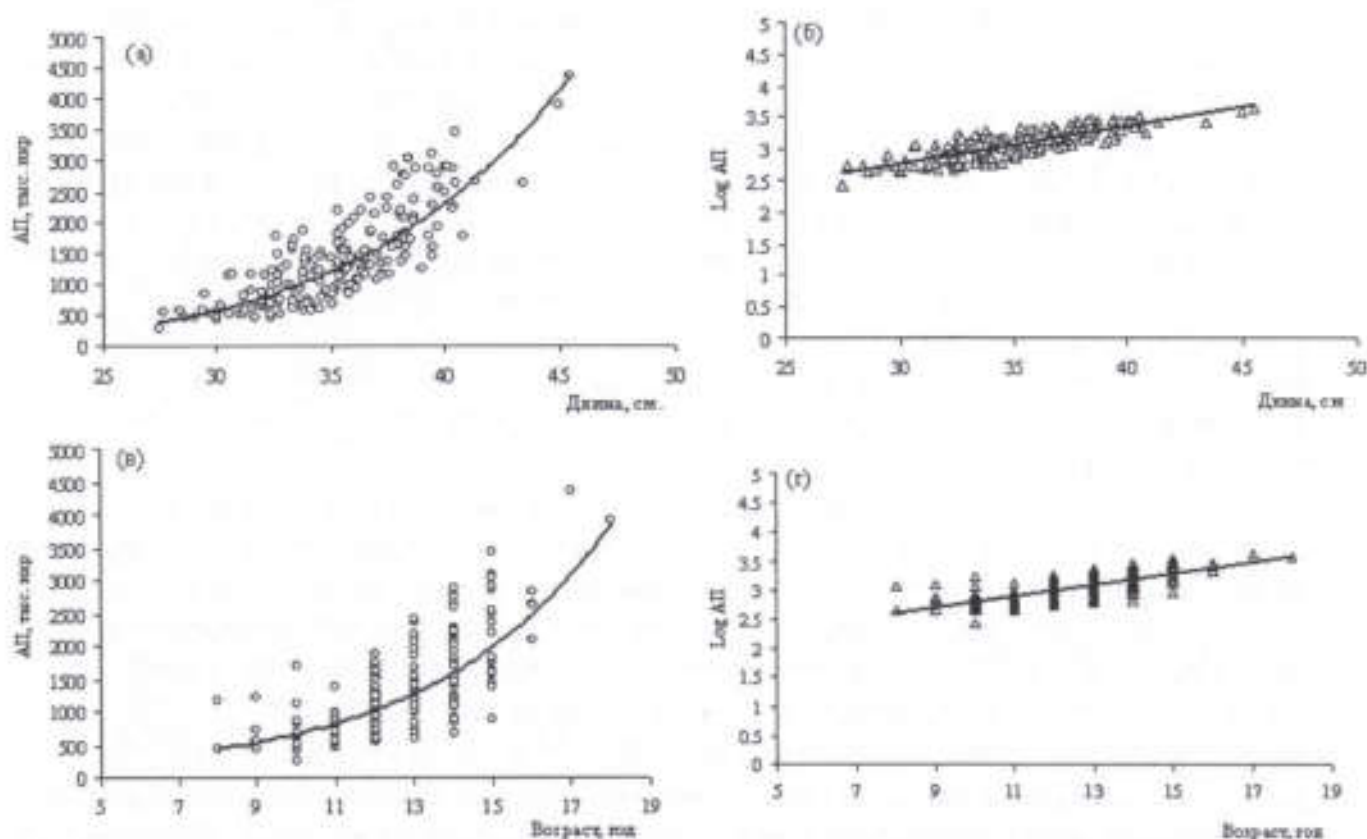


Рис. 1. Зависимость абсолютной плодовитости желтоперой камбалы от длины тела (а, б) и возраста (в, г), слева – по эмпирическим значениям, справа – после логарифмирования АП.

Fig 1. Dependency of absolute prolificacy of *Limanda aspera* from body length (a, б) and age (в, г), to the left – according to the empirical value; to the right – after taking the logarithm of absolute prolificacy.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным ряда авторов (Перцева-Остроумова, 1961; Тихонов, 1968, 1982; Фадеев, 1987; Полутов, 1991) нерест желтоперой камбалы в прибрежных водах Приморья, Сахалина, у побережья Камчатки и в юго-восточной части Берингова моря происходит в период с июля по сентябрь.

В Тауйской губе и Притауйском районе северной части Охотского моря нерест желтоперой камбалы начинается несколько позднее, а сам период нереста значительно короче. Независимо от гидрометеорологических условий года единично отнерестовавшие самки отмечались в сетных и траловых уловах не раньше второй декады июля. Массовый нерест происходит со второй половины июля до середины августа, и, судя по состоянию половых продуктов самок, весь период нереста завершается в начале сентября. Относительно сжатые сроки нереста североохотоморской желтоперой камбалы, по-видимому, исторически обусловлены суровыми климатическими условиями региона и, соответственно, более коротким благоприятным периодом для ее воспроизводства.

Как известно (Никольский, 1974, с. 85) «...важнейшая закономерность, которой подчиняются изменения плодовитости, это увеличение до определенных пределов абсолютной плодовитости по мере роста рыб».

Первые результаты исследований связи плодовитости камбал с параметрами тела проведены в начале XX в. В. Францем и А.С. Симпсоном (Frans, 1910; Simpson, 1951). По данным этих авторов, связь плодовитости самок морской камбалы *Pleuronectes platessa* с их линейными размерами хорошо формализуется степенным уравнением $y = ax^b$. Позднее, сопоставляя размеры дальневосточных камбал с количеством продуцируемых ими икринок, П.А. Моисеев (1953) впервые отметил наличие положительной связи между этими признаками. Кроме того, исследованиями В.И. Тихонова (1968, 1977, 1982) установлено, что, у западнокамчатских камбал связь абсолютной плодовитости с размерами тела имеет вид степенной функции, а с массой тела описывается функцией линейного вида: $y = a + bx$, где y – индивидуальная абсолютная плодовитость при длине x . Позднее это было подтверждено Н.С. Фадеевым (1987) на более представительном материале, включающем 14 видов камбал, обитающих от зал. Петра Великого – на юге, до Берингова моря – на севере.

По мнению других авторов (Иванков, Иванкова, 1974), вид связи абсолютной плодовитости с длиной тела не является стабильным, у различных видов или популяций камбал она может подчиняться не только показательной функции, но может быть как прямолинейной, так и асимптотической, или логистической. Однако, как справедливо отмечает Н.С. Фадеев (1987, с. 125) «... при применении двух последних функций следует предполагать, что рост плодовитости выше определенного размера камбалы прекращается, тогда, как во всех известных случаях плодовитость у рыб предельных размеров не уменьшается».

По нашему мнению, одной из важных причин, способной влиять на конечный результат исследований функциональных связей плодовитости, может выступать общеизвестная высокая индивидуальная изменчивость камбал по этому признаку. По нашим данным, у желтоперой камбалы исследуемого района в наиболее представительных размерно-весовых группах минимальная и максимальная плодовитость самок различается в 3-4 раза, а у особей одного возраста – в 5-6 раз.

Проведенная нами оценка плодовитости 185 самок североохотоморской желтоперой камбалы показала, что связь индивидуальной абсолютной плодовитости с массой тела удовлетворительно аппроксимируется линейной функцией $АП = 3,872W - 741,41$, а размером и возрастом – уравнениями степенной функции $АП = 0,00003L^{4,9337}$ и $АП = 1,5155t^{2,6355}$, где $АП$ – абсолютная плодовитость, тыс. икринок; W – полная масса тела, г; L – длина тела, см; t – возраст, год.

Известно (Урбах, 1964; Лакин, 1980), что функциональная зависимость является лишь частным случаем соотношения двух переменных, когда определенному значению одного признака соответствует одно и то же значение другого признака. У биологических объектов (вследствие изменчивости их признаков) значению одного признака, соответствует не одно значение, а целый вариационный ряд значений другого признака. Поэтому наряду с аналитическими методами выражения зависимости плодовитости с параметрами рыб в виде формул и уравнений, не менее важной составляющей исследований служит корреляционный анализ, оценивающий тесноту связей статистическими методами.

Как и для всех камбал, для североохотоморской желтоперой камбалы характерна тесная сопряженность абсолютной плодовитости с линейно-весовыми параметрами тела и возрастом, подтверждаемая на максимальном уровне значимости $P = 0,001$. Из них связь $АП$ с массой тела оказалась более тесной ($r = 0,85 \pm 0,02$), чем с линейными размерами ($r = 0,82 \pm 0,02$) и возрастом ($r = 0,71 \pm 0,05$).

Это несколько расходится с выводами В.Н. Иванкова с З.Г. Иванковой (1974) и Н.С. Фадеева (1987) об определяющей степени зависимости абсолютной плодовитости камбал от линейных размеров. Однако результаты наших исследований вполне соответствуют отмеченной Г.В. Никольским (1974) общей для рыб более тесной связи их плодовитости с массой тела, чем с линейными размерами и возрастом.

В зависимости от размера, массы и возраста, нерестующие самки североохотоморской желтоперой лиманды выметывают от 270 до 4 372, в среднем, 1 379 тыс. икринок. Их средняя относительная плодовитость составила 2 413 икринок на 1 г массы тела. Минимальная плодовитость отмечена у одиннадцатилетней самки длиной 27,5 см и полной массой 282 г, а максимальная – у самки возрастом 17+ лет длиной 45,5 см и массой 1 073 г. Они же имели, соответственно, минимальную (957 икринок) и максимальную (4 075 икринок) относительную плодовитость. Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением размера, массы и возраста абсолютная плодовитость самок возрастает в 6-10 раз, а относительная – в 1,5-2 раза.

Сравнительный анализ литературных источников по естественному воспроизводству желтоперой камбалы в различных районах дальневосточных морей (Фадеев, 1965, 1971; Иванков, Иванкова, 1974; Тихонов, 1977, 1982; Полутов, 1991) показывает, что наибольшей плодовитостью обладают самки западнокамчатской популяции вида (табл. 2). По величине этого показателя желтоперая камбала северной части Охотского моря также одна из самых плодовитых по ареалу. По размаху колебаний и среднему значению индивидуальной абсолютной плодовитости желтоперая камбала исследуемого района близка к популяциям вида, обитающим у побережья Сахалина, Камчатки и Чукотки. В зал. Петра Великого северо-западной части Японского моря средние показатели плодовитости желтоперой камбалы существенно ниже, а максимальная $АП$ не превышает 1 701 тыс. икринок (Иванков, Иванкова, 1974).

Таблица 1. Средние значения абсолютной (АП) и относительной (ОП) плодовитости в размерно-весовых и возрастных классах желтоперой камбалы северной части Охотского моря.

Table 1. Average value of absolute prolificacy with relative prolificacy in size and weight and age classes of *Limanda aspera* in the northern part of the Sea of Okhotsk.

Длина, см	Число икринок, тыс. шт.		N, экз.	Масса, г	Число икринок, тыс. шт.		N, экз.	Возраст, лет	Число икринок, тыс. шт.		N, экз.
	АП	ОП			АП	ОП			АП	ОП	
28	413	1,515	2	280	523	1,914	3	8+	440	1,600	1
30	532	1,789	8	380	615	1,840	20	9+	696	1,937	6
32	735	1,956	17	480	930	2,185	42	10+	715	1,927	17
34	972	2,184	44	580	1189	2,266	54	11+	736	1,828	19
36	1249	2,322	44	680	1631	2,622	21	12+	1109	2,302	31
38	1625	2,541	33	780	2160	2,986	28	13+	1331	2,449	44
40	2196	2,988	26	880	2396	2,936	12	14+	1710	2,590	40
42	2605	3,206	8	980	2683	2,965	2	15+	2205	3,050	21
44	2628	2,315	1	1080	4372	4,075	1	16+	2558	3,063	4
46	4141	3,771	2	1180	3269	2,891	2	17+	4372	4,075	1
-	-	-	-	-	-	-	-	18+	3910	3,466	1

Таблица 2. Плодовитость и параметры уравнения зависимости АП от линейных размеров у желтоперой камбалы в разных районах обитания.

Table 2. Prolificacy and dependency equation parameters of absolute prolificacy from linear dimension of *Limanda aspera* in different regions of habitat.

Район	Длина, см.	Плодовитость, тыс. икринок		Коэффициенты уравнения		M	Источник
		колебания	средняя	a	b		
Восток Берингова моря	26,1-42,0	1295-3320	-	0,345820	3,0870	0,26*	(Фадеев, 1965, 1987)
Зал. Олюторский	27,0-36,0	305-2290	-	0,000690	3,4393	-	(Полутов, 1991)
Западная Камчатка	18,0-47,0	172-4840	1132	0,004446	3,4710	0,24*	(Тихонов, 1977)
Зал. Терпенин	24,0-44,0	320-4705	1280	0,000266	4,3190	0,29*	(Фадеев, 1971)
Зал. Петра Великого	24,5-37,5	132-1701	665	0,000038	4,8360	0,28*	(Иванков, Иванкова, 1974)
Северная часть Охотского моря	27,5-45,5	270-4372	1379	0,000300	4,9337	0,30	Собственные данные

Примечание: * – значения коэффициентов мгновенной естественной смертности взяты из книги Н.С. Фадеева (1987). Прочерк – данные отсутствуют.

Note: * – coefficient of momentary natural death is taken from the book by Fadeev N.S. (1987). Dash shows that there is no data.

Анализируя собственные и литературные данные, ряд исследователей (Никольский, Беянина, 1959; Никольский, 1974; Иванков, Иванкова, 1974; Тихонов, 1977) отмечали, что осредненный показатель абсолютной плодовитости зависит от размерно-возрастного состава рыб в популяции на данный момент времени, и для выявления популяционных особенностей не всегда приемлем. В этом отношении большей объективностью характеризуется абсолютная плодовитость самок, рассчитанная методами, сглаживающими случайные отклонения (Фадеев, 1987).

Результаты сопоставления расчетных значений *АП* желтоперой камбалы разных географических группировок, для которых были определены параметры уравнений, показывают, что в диапазоне размерных классов 24–47 см (представленных в литературе по плодовитости желтоперой камбалы) самки западнокамчатской популяции желтоперой камбалы характеризуются самой низкой плодовитостью, а обитающие на юго-востоке Берингова моря – наиболее плодовиты. Уместно отметить, что, несмотря на разный потенциал воспроизводства, запасы желтоперой камбалы этих районов, как в прошлом, так и до настоящего времени, составляют основу камбалного промысла в дальневосточном регионе с общей для всех камбал величиной *MSY* (максимальным допустимым уловом), соответственно, 46 и 260 тыс. т (Фадеев, 1987).

По общему характеру динамики плодовитости североохотоморская группировка желтоперой камбалы обнаруживает сходство с популяциями заливов Олюторский, Терпения и Петра Великого, и вместе с ними занимает, как бы, промежуточное положение между высокоплодовой берингоморской и наименее плодовой западнокамчатской популяциями.

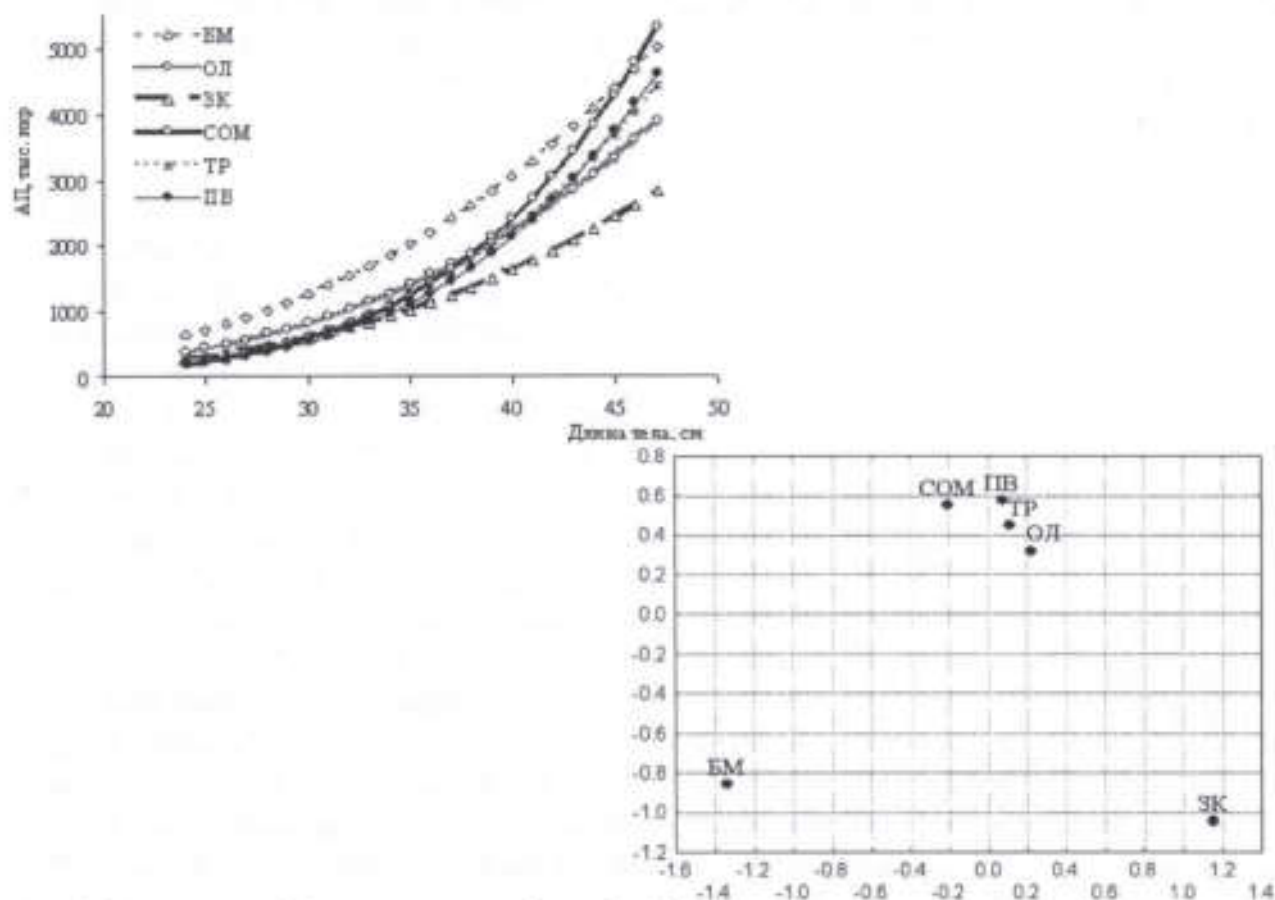


Рис. 2. Зависимость *АП* от длины тела (слева) и 2D-диаграмма рассеяния популяций желтоперой камбалы дальневосточных морей по комплексу значений плодовитости (справа). БМ – юго-восток Берингова моря, ЗК – Западная Камчатка, ОЛ – зал. Олюторский, COM – северная часть Охотского моря, TP – зал. Терпения, ПВ – зал. Петра Великого.

Fig. 2. Dependency of absolute prolificacy from the body length and 2D-diagramm of *Limanda aspera* population spreading in the Far-Eastern seas according to values complex of prolificacy (to the right). БМ – south-east of the Bering Sea; ЗК – Western Kamchatka; ОЛ – Olyutorsky Bay; COM – the northern part of the Sea of Okhotsk; TP – Terpeniye Bay; ПВ – Peter the Great Strait.

Особенность воспроизводительной способности желтоперой камбалы всех сравниваемых популяций еще более четко проявляется при статистической обработке данных по плодовитости методом многомерного шкалирования. На 2D-диаграмме рассеяния наглядно видно, что, дистанцируясь в разной степени от берингоморской и западнокамчатской локальностей, эти 4 группировки образуют, в целом, обособленную группу популяций. Все они характеризуются относительно небольшой численностью. Величина MSY камбал (в современной транскрипции – ОДУ) в этих промысловых районах в 10 раз ниже, чем на Западной Камчатке, и не превышает 4,000–4,059 тыс. т в зал. Петра Великого и северной части Охотского моря, 4,200–4,547 тыс. т в заливах Олюторский и Терпения (Фадеев, 1987; собственные данные).

Сопоставляя данные по плодовитости желтоперой камбалы, обитающей в разных районах, с соответствующими показателями смертности особей в популяциях разных районов необходимо отметить, что для 4-х, из сравниваемых 5-ти группировок, положительная связь между этими показателями имеет место. Действительно, западнокамчатская популяция желтоперой камбалы, самки которой наименее плодовиты, характеризуется наименьшим показателем смертности. В популяциях северной части Охотского моря, зал. Олюторский, Терпения и Петра Великого, обладающих большим воспроизводственным потенциалом, отмечены более высокие показатели смертности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные позволили выявить следующее. В Тауйской губе и Притауйском районе северной части Охотского моря нерест желтоперой камбалы начинается несколько позднее, чем в прибрежных водах Приморья, Сахалина, у побережья Камчатки и в юго-восточной части Берингова моря. Сам период нереста значительно короче, что обусловлено суровыми климатическими условиями региона и, соответственно, более коротким благоприятным периодом для ее воспроизводства.

Как и у всех камбал, у североохотоморской желтоперой камбалы с увеличением массы тела размера и возраста индивидуальная абсолютная плодовитость неуклонно возрастает.

По эмпирическим данным и общему характеру динамики плодовитости североохотоморская группировка желтоперой камбалы обнаруживает сходство с популяциями заливов Олюторский, Терпения и Петра Великого. Дистанцируясь в разной степени от берингоморской и западнокамчатской локальностей, североохотоморская желтоперая камбала, камбалы заливов Олюторский, Петра Великого и Терпения образуют, в целом, обособленную группу популяций. Все они характеризуются сравнительно небольшой численностью, высокими показателями мгновенной естественной смертности и большой воспроизводительной способностью. С учетом этого можно полагать, что высокая плодовитость североохотоморской желтоперой камбалы обусловлена высокой ее смертностью в северной части Охотского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Борец Л.А. Состав и биомасса донных рыб на шельфе Охотского моря // Биология моря. 1985. №4. С. 54–59.

Борец Л.А. Состав и обилие рыб в донных ихтиоценозах шельфа северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. 1990. Т. III. С. 162–171.

Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. С-Пб.: Питер, 2003. 688 с.

- Власова Р.С., Иванкова З.Г., Фадеев Н.С. Состояние запасов и принципы регулирования промысла камбал в водах Сахалина // Изв. ТИНРО. 1971. Т. 76. С. 3-44.
- Иванков В.Н., Иванкова З.Г. Плодовитость камбал северо-западной части Японского моря // Вопросы ихтиологии. 1974. Т. 14. Вып. 6(89). С. 1004-1113.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
- Моисеев П.А. Треска и камбала дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 1953. Т. 40. 288 с.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Пищевая промышленность, 1974. 447 с.
- Никольский Г.В., Белянина Т.Н. Об особенностях динамики стада некоторых форм атлантической сельди // Общая биология. 1959. Т. 20. Вып. 3. С. 161-174.
- Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 486 с.
- Полутов В.И. О размножении желтоперой лиманды у северо-восточного побережья Камчатки. Сб. науч. тр. КоТИНРО. 1991. Вып. I. Часть II. С. 9-15.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Тихонов В.И. Плодовитость желтоперой камбалы западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 339-345.
- Тихонов В.И. Изменение плодовитости и скорости созревания желтоперой камбалы // Биология моря. 1977, № 3. С. 64-69.
- Тихонов В.И. Плодовитость камбал западно-камчатского шельфа // Биология моря. 1982. №3. С. 21-26.
- Урбах В.Ю. Биометрические методы. М.: Наука, 1964. 415 с.
- Фадеев Н.С. Сравнительный очерк биологии камбал юго-восточной части Берингова моря и состояние их запасов // Изв. ТИНРО. 1965. Т. 53. Вып. IV. С. 121-138.
- Фадеев Н.С. Биология и промысел тихоокеанских камбал. Владивосток: Дальиздат, 1971. 99 с.
- Фадеев Н.С. Северотихоокеанские камбалы. М.: Агропромиздат, 1987. 175 с.
- Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В., Шестаков А.В., Волобуев В.В. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2003. 204 с.
- Юсупов Р.Р. Принцип формирования прогноза допустимого улова североохотоморских камбал. Сб. науч. тр. Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2004. Вып. 2. С. 423-429.
- Bagenal T.B. The fecundity of plaice from the south and west coast of Ireland // J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 1960. V. 39. №2. Pp. 255-262.
- Frans V. Zur Eierproduction der Schoil (*Pleuronectes platessa* L.) // Wissenschaft Neoresulters. Lab. Helgoland. 1910. Bd. 9. №2. Pp. 2-15.
- Simpson A.S. The fecundity of plaice // Fish. Invest. 1951. Ser. 2. V. 17. №5. Pp. 1-27.

***LIMANDA ASPERA* (PLEURONECTIDAE) PROLIFICACY IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK**

© 2009 y. R.R. Yusupov

The Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography, Magadan
Data of spawning term based on the results of many years observation, absolute and relative *Limanda aspera* (Pleuronectidae) prolificacy in the northern part of the Sea of Okhotsk are presented. It is ascertained that *Limanda aspera* prolificacy of the studied region is one of the highest in its natural habitat. According to some reproductive parameters north Pacific group is similar to small in number populations of the Olyutorsky Bay, Terpeniye Bay and Peter the Great Bay.