

25. Ojaveer, E. Effect of zooplankton abundance and temperature on time and place of reproduction of Baltic herring groups / E. Ojaveer, M. Simm // Havsforskingsinst. Skr. – 1975. – Vol. 239. – P. 139-145.
26. Otterlind, G. Fish stock and fish migration in the Baltic Sea environment / G. Otterlind // Ambio Spec. Rep. – 1976. – N4. – P. 89-101.
27. Otterlind, G. The Rügen herring in Swedish waters with remarks on herring population problems / G. Otterlind // Medd. Havsfiskelab. Lysekil. – 1985. – 12 pp.
28. Popiel, J. Differentiation of the biological groups of herring in the Southern Baltic / J. Popiel // Rapp. Proc.-Verb. Reun. Cons. Intern. Explor. Mer. – 1958. – Vol. 143, part II. – P. 114-121.
29. Popiel, J. Same remarks on the Baltic herring / J. Popiel // ICES. Herr. Ctee. Att.: Baltic-Belt S. Ctee. C.M. – 1964: 68.
30. Popiel, J. On the biology of the Baltic herring / J. Popiel // Reports of the Sea Fisheries Institute. Gdynia, 1984. – N 19. – P. 7-16.
31. Wrzesinski, O. Changes in the growth rate of the herring coastal spring spawners in the Gulf of Gdansk / O. Wrzesinski // ICES Doc., C.M, 1983 / J:4.

УДК 597.587.9-116(261.24)

Е. И. Рязанцева

### **ПЛОДОВИТОСТЬ РЕЧНОЙ КАМБАЛЫ (*PLATICHTHYS FLESUS* L.) ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ В 2000-2005 ГОДАХ**

Речная камбала в Балтийском море широко распространена, во многом это обусловлено ее выраженной эврихалинностью. В южном и центральном районах моря камбала представлена рядом локальных группировок, различающихся темпом роста, сроками и местами нереста [1, 3, 5]. Анализ внутривидовой структуры проводится при использовании ряда биологических характеристик, в т.ч. плодовитости, которая является одним из ведущих факторов, определяющих динамику численности рыб.

Исследования плодовитости речной камбалы проводятся с 50-х годов XX века [6 – 10]. Однако эти исследования были эпизодическими, и материал не охватывал всего размерно-возрастного ряда. В литературе отсутствуют данные по многолетней динамике абсолютной плодовитости, а относительная плодовитость не изучена вовсе. Наиболее полные данные имеются об абсолютной плодовитости камбалы Гданьского залива [6, 10].

В 2000 – 2005 гг. в АтлантНИРО планомерно проводился сбор материала для изучения плодовитости речной камбалы в Российской и Литовской экономических зонах Балтийского моря (26-й подрайон ИКЕС). Этот материал позволил описать характер зависимости абсолютной и относительной плодовитости от длины, массы и возраста рыб и особенности межгодовой изменчивости показателей плодовитости.

#### **Материал и методика**

Материал был собран в районе к востоку и северо-востоку от Гданьской впадины в научно-исследовательских экспедициях АтлантНИРО в 2000 – 2005 гг. Период сбора материала пришелся на начало нерестового периода: с 9 февраля по 5 марта. Большая часть материала получена в период выполнения учетных съемок из уловов на глубинах 60 – 100 м, 11 самок пойманы на глубине 36 м. Пробы на пло-

витость отбирали при проведении биологических анализов. Гонады фиксировали в 10%-ном растворе формалина с уксусной кислотой. У каждого экземпляра определяли общую длину, общую массу тела, массу тела без внутренних органов, массу гонад, стадию зрелости яичников. Для определения плодовитости использовали яичники только IV стадии зрелости. В каждом яичнике измеряли под микроскопом 30 – 50 желтковых ооцитов.

Абсолютную индивидуальную плодовитость (АИП) определяли весовым методом по навескам около 0,1 г. Относительную индивидуальную плодовитость (ОИП) и гонадосоматические индексы рассчитывали как отношение соответственно АИП и массы гонад к массе тела без внутренних органов. Плодовитость установлена у 643 самок длиной 20 – 46 см, у 603 из них определен возраст.

Для изучения межгодовой изменчивости плодовитости материал группировали по размерным (2 см), массовым (50 г) и возрастным классам, а для построения теоретических рядов регрессии – по 1-сантиметровым размерным классам. Статистическая обработка полученных данных заключалась в вычислении средних величин АИП и ОИП и ошибок средних. Для сравнения показателей использовали 95%-ные доверительные интервалы. Построение теоретических рядов регрессии плодовитости проводили по способу наименьших квадратов.

## Результаты

### Абсолютная плодовитость

В целом, речной камбале присущи изменения плодовитости с длиной и массой тела, общие и для других видов рыб. Размах значений АИП составил у самок длиной 20 – 46 см (масса 75 – 950 г, возраст 2 – 9 лет) 224,5 – 4542,9 тыс. (рис. 1, а). Диапазон индивидуальных колебаний плодовитости у одноразмерных и одновозрастных самок достаточно широк (табл. 1, 2). Величина АИП довольно тесно связана с длиной, массой и возрастом рыб. Зависимости АИП как от длины, так и от массы описываются уравнением степенной функции:

$$Y = ax^b,$$

где  $Y$  – плодовитость;

$x$  – длина или масса самок;

$a$  и  $b$  – константы, расчеты которых для разных лет представлены в табл. 3.

Таблица 1

Абсолютная плодовитость (АИП, тыс. шт.) и средняя относительная плодовитость (ОИП, шт./г) речной камбалы в размерных классах в 2000-2005 гг.

*Platichthys flesus L. absolute (thou. spm) and mean relative fecundity (spm/g) in the length classes in 2000-2005*

Размерный класс, см	n	А И П			ОИП, средняя
		диапазон	средние	рассчитанн.	
1	2	3	4	5	6
20-21,9	6	224-466	302	304	3562
22-23,9	18	246-577	359	406	3272
24-25,9	61	283-849	500	531	3501
26-27,9	111	383-1420	651	681	3495
28-29,9	120	290-2039	790	854	3495
30-31,9	114	524-1928	1089	1055	3797
32-33,9	85	709-2371	1292	1286	3797

1	2	3	4	5	6
34-35,9	52	842-3150	1692	1547	4115
36-37,9	37	1267-3554	1867	1847	3867
38-39,9	21	1646-3200	2332	2175	4143
40-41,9	8	2212-3384	2711	2556	3649
42-43,9	7	2103-3569	2838	2968	3802
44-45,9	2	3236-3244	3240	3487	4176
46	1	4542	4542	3940	4781

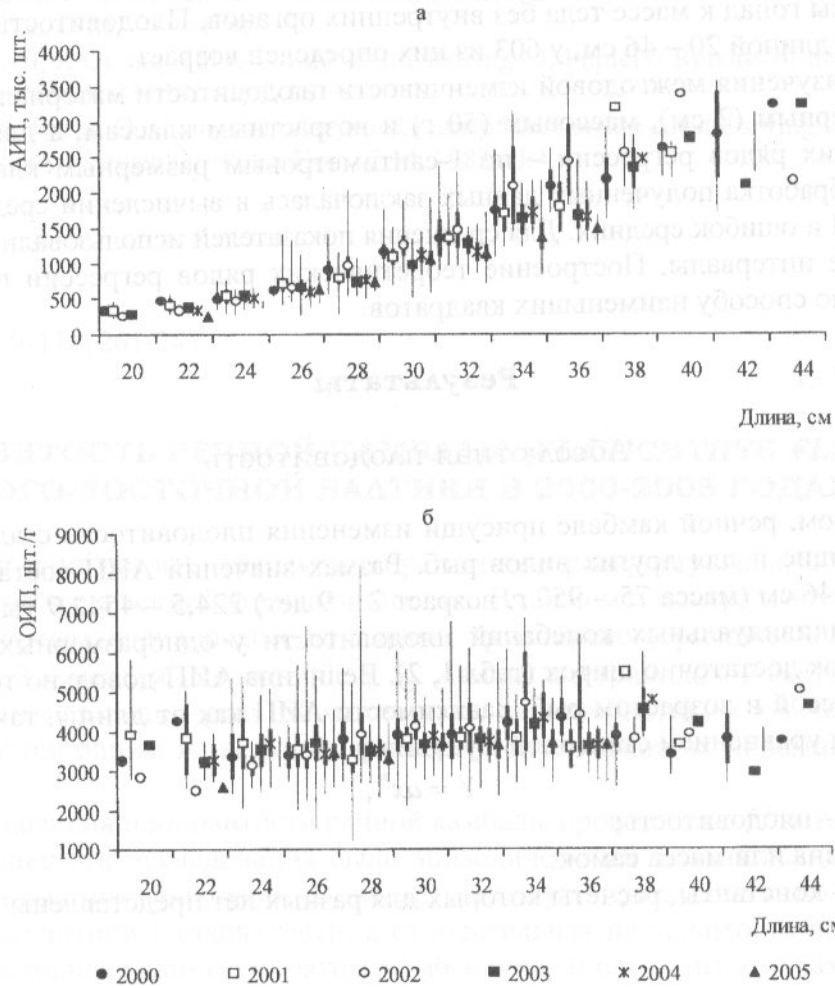


Рис. 1. Абсолютная, АИП (а) и относительная, ОИП (б) плодовитость речной камбалы в разные годы. Тонкие линии – диапазон индивидуальных значений, жирные – 95%-ные доверительные интервалы

Fig. 1. *Platichthys flesus* L. absolute and relative fecundity in different years. Thin lines – a range of individual values, thick lines – 95% confidence intervals

Менее выражена связь плодовитости с возрастом (коэффициенты регрессии не превышают 0,7), что также отмечено рядом исследователей [6, 7]. Причиной этого, возможно, является большой размерный диапазон одновозрастных самок, хотя средние значения АИП у них в разные годы имели близкие значения (табл. 4).

Таблица 2

Абсолютная плодовитость (АИП, тыс. шт.) и средняя относительная плодовитость (ОИП, шт./г) речной камбалы в массовых классах в 2000 – 2005 гг.

*Platichthys flesus L.* absolute (thou. spm) and mean relative fecundity (spm/g) in the weight classes in 2000-2005

Массовый класс, г	n	А И П			ОИП, средняя
		диапазон	средние	рассчитан.	
51-100	7	224-466	298	246	3522
101-150	62	263-750	448	463	3540
151-200	101	363-993	608	670	3522
201-250	127	290-1331	747	871	3419
251-300	92	498-2040	997	1068	3752
301-350	84	709-1792	1215	1261	3840
351-400	52	748-2371	1384	1451	3776
401-450	36	1143-2602	1692	1638	4076
451-500	28	1114-3150	1866	1825	4040
501-550	19	1526-2623	1988	2133	3869
551-600	7	1841-3200	2341	2191	4117
601-650	7	1646-3553	2515	2372	3992
651-700	7	2291-3120	2793	2552	4188
701-750	5	2103-3236	2617	2730	3658
751-800	3	2239-3127	2697	2925	3490
801-850	4	3244-3569	3382	3084	3933
901-950	1	2758	2758	3433	2965
950	1	4542	4542	3607	4781

Таблица 3

Параметры регрессии зависимости абсолютной плодовитости речной камбалы от длины и массы в разные годы

Regression parameters for relationship between *Platichthys flesus L.* absolute fecundity and length and weight in different years

Год	n	Длина			Масса		
		r	a	b	r	a	b
2000	102	0,8493	0,0165	3,240,	0,8574	3,8956	1,0029
2001	128	0,7737	0,0100	3,3840	0,7523	6,7861	0,8970
2002	104	0,8145	0,0016	3,9384	0,8184	2,5385	1,0812
2003	118	0,8242	0,0142	3,2554	0,8619	5,5657	0,9419
2004	90	0,8678	0,0078	3,4342	0,8619	5,9247	0,9275
2005	100	0,7614	0,0121	3,2976	0,7764	6,7033	0,8951

Таблица 4

Средние значения абсолютной плодовитости речной камбалы по возрастным классам в разные годы, тыс. шт.

*Platichthys flesus L.* absolute fecundity means by age class in different years, thou. spm

Год	n	Возраст, лет								
		2	3	4	5	6	7	8	9	
2000	68	324	571	945	1360	1930	2451	2548	3041	
2001	128	-	530	944	1353	1568	2430	-	-	
2002	104	-	512	825	1397	2137	2563	2753	-	
2003	118	-	519	755	1190	1467	2247	2432	3236	
2004	90	-	471	724	1334	1911	1628	3127	2291	
2005	95	-	456	823	1091	1275	1406	-	-	
Среднее	-	324	516	830	1252	1667	2304	2635	2853	

Для анализа межгодовой динамики были использованы материалы, полученные в годы со сходным возрастным составом репродуктивной части популяции и собранные в одни и те же фазы нерестового периода. В нашем случае сроки сбора материала каждый год охватывали примерно месяц. Во всех квадратах подрайона в уловах в это время преобладали (до 80 – 97%) самки с гонадами IV стадии. В начале февраля в преднерестовом состоянии находилась лишь незначительная часть самок (стадия зрелости IV – V). В начале марта их доля возрастала и достигала в отдельных уловах 32%; гонадосоматические индексы (ГСИ) зрелых самок увеличивались до 30 – 35% (по сравнению с 17% в начале февраля).

При сходной средней длине (рис. 2) и массе в разных возрастных группах, средний возраст и средняя масса одноразмерных рыб, исследуемых на плодовитость, в разные годы достоверно не различались. В каждом размерном классе при значительном разбросе индивидуальных значений плодовитости 95%-ные доверительные интервалы их средних значений в разные годы перекрывались (см. рис. 1, а). Это свидетельствует об отсутствии межгодовых различий показателей плодовитости речной камбалы. В 2005 г. исключение составили две самки длиной 35 и 37 см с более низкими для своего размерного класса значениями плодовитости (1364 и 1447 тыс.шт.) и самка длиной 35 см (841 тыс.шт.). Средние размеры ооцитов в яичниках этих самок составляли 0,60 – 0,62 мм, что характерно для IV стадии зрелости, но значения ГСИ были ниже. Низкие значения показателей плодовитости этих самок, скорее всего, связаны с тем, что они уже выметали часть икры. Сформированная порция ооцитов у этого вида может составлять в начале нереста до 10% от всех желтковых.

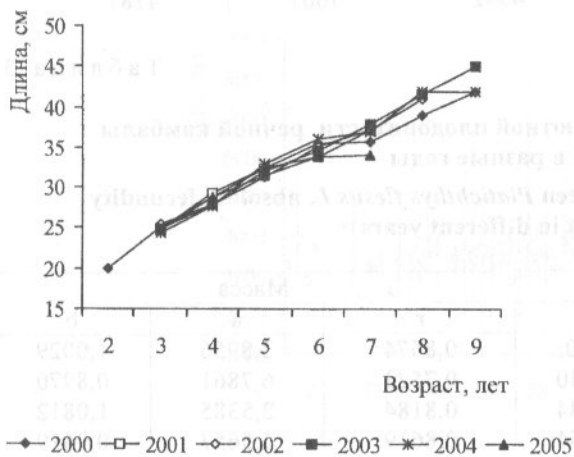


Рис. 2. Средняя длина речной камбалы по возрастным классам в разные годы

Fig. 2. Mean length of *Platichthys flesus* L. by age class in different years

Отсутствие межгодовых различий в плодовитости позволило объединить весь материал за 6 лет. В пределах данной размерной группы самок длиной до 37 см величина АИП изменяется в 2 – 4 раза. У более крупных рыб разница между минимальными и максимальными величинами сокращается в 2 раза. Средние значения АИП закономерно возрастают по мере увеличения длины от 302 до 4542 тыс.шт. (см. табл. 1). С увеличением массы тела самок значения АИП также возрастают (рис. 3,а). В весовых группах плодовитость варьирует почти так же, как и в размерных. Преобладающими по численности являются самки массой от 150 до 350 г со средними величинами плодовитости от 608 до 1215 тыс. икринок (см. табл. 2).

Среди самок камбалы, у которых определен возраст, наиболее многочисленными оказались особи в возрасте 3 – 5 лет. Максимальная плодовитость, отмеченная у 9-летней самки (3235 тыс.шт.), более чем в 14 раз превышает минимальную (224 тыс.шт.), отмеченную у 3-летней особи. В пределах каждой возрастной группы максимальное значение АИП превышает минимальное в 4 – 7 раз. У самок старше 6 лет такое

превышение не более, чем в 2 раза, т.е. уровень плодовитости становится более стабильным. Несмотря на индивидуальные колебания в пределах возрастных групп, АИП камбалы повышается практически пропорционально увеличению возраста (рис. 4, а). Величина продукции икры зависит от размерно-возрастного состава нерестового запаса. Старшие особи производят больше икры, чем молодые. В каждой возрастной группе более крупные самки формируют большее количество икры. Но в старших размерных группах у отдельных особей может быть меньшая плодовитость, чем у молодых (табл. 5). Такие же результаты получены для речной камбалы Гданьского залива [6].

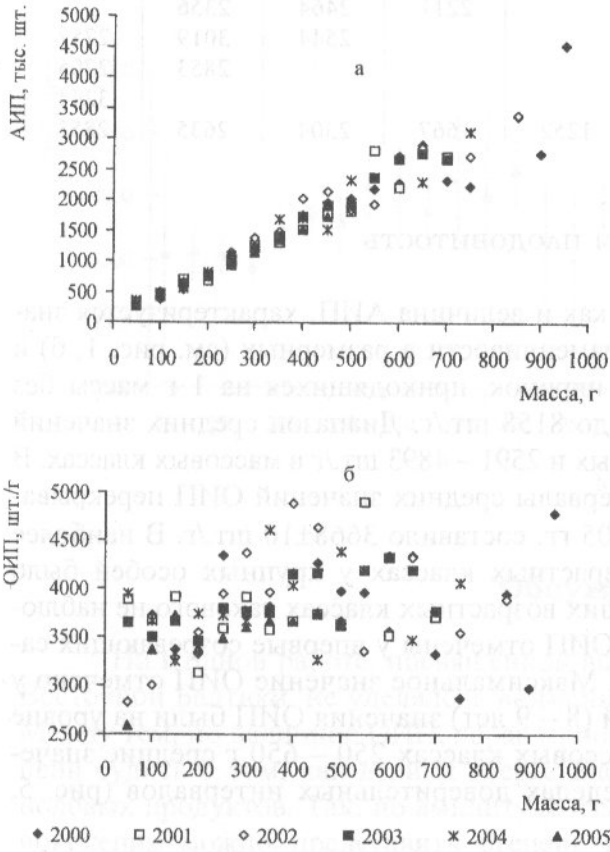


Рис. 3. Средние значения абсолютной АИП (а) и относительной ОИП (б) плодовитости речной камбалы по классам массы в разные годы

Fig. 3. *Platichthys flesus L.* absolute (а) and relative (б) fecundity means by weight class in different years

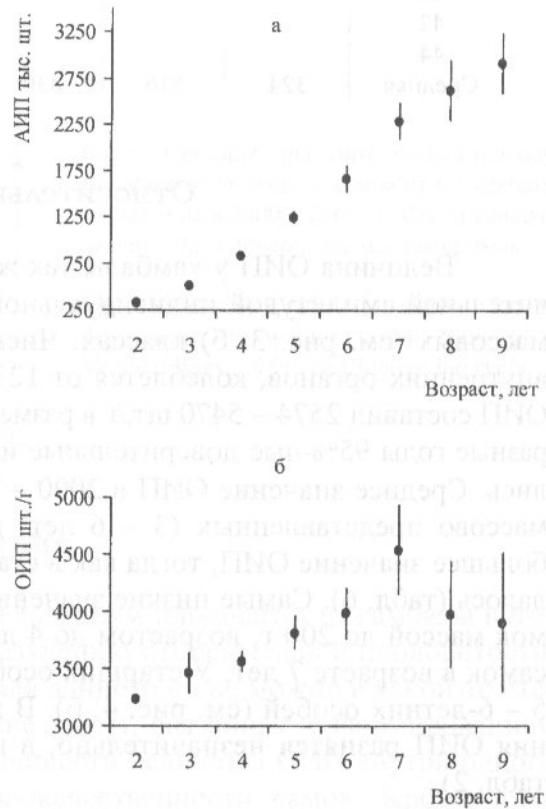


Рис. 4. Средние значения абсолютной АИП (а) и относительной ОИП (б) по возрастным классам в 2000 – 2005 гг.

Fig. 4. *Platichthys flesus L.* absolute (а) and relative (б) fecundity means by age class in 2000-2005

Таблица 5

Средние значения абсолютной плодовитости (АИП, тыс.шт.) по размерно-возрастным классам речной камбалы в 2000 – 2005 гг.

*Platichthys flesus L.* absolute fecundity means (thou. spm) by length-age class in 2000-20005

Размерный класс, см	Возраст, лет							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	324	298						
22		361	348					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24		500	502					
26		593	681	719				
28		819	766	931				
30			1073	1146	1028			
32			1253	1257	1374	1709		
34				1542	1776	2444	2150	
36				1600	1797	2208	2155	
38					2211	2464	2356	
40						2544	3019	2757
42							2853	2705
44								3244
Средняя	324	516	830	1252	1667	2304	2635	2853

## Относительная плодовитость

Величина ОИП у камбалы так же, как и величина АИП, характеризуется значительной амплитудой индивидуальной изменчивости в размерных (см. рис. 1, б) и массовых (см. рис. 3, б) классах. Число икринок, приходящихся на 1 г массы без внутренних органов, колеблется от 1235 до 8158 шт./г. Диапазон средних значений ОИП составил 2574 – 5470 шт./г в размерных и 2591 – 4893 шт./г в массовых классах. В разные годы 95%-ные доверительные интервалы средних значений ОИП перекрывались. Среднее значение ОИП в 2000 – 2005 гг. составило  $3668 \pm 10$  шт./г. В наиболее массово представленных (3 – 6 лет) возрастных классах у крупных особей было большее значение ОИП, тогда как в старших возрастных классах такового не наблюдалось (табл. 6). Самые низкие значения ОИП отмечены у впервые созревающих самок массой до 200 г, возрастом до 4 лет. Максимальное значение ОИП отмечено у самок в возрасте 7 лет. У старших особей (8 – 9 лет) значения ОИП были на уровне 5 – 6-летних особей (см. рис. 4, б). В массовых классах 250 – 650 г средние значения ОИП разнятся незначительно, в пределах доверительных интервалов (рис. 5, табл. 2).

Таблица 6

Средние значения относительной плодовитости (ОИП, шт./г)  
по размерно-возрастным классам камбалы в 2000 – 2005 гг.

*Platichthys flesus* L. relative fecundity means (thou. spm)  
by length-age class in 2000 – 2005

Размерный класс, см	Возраст, лет								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	3243	3626							
22		3290	3180						
24		3625	3399						
26		3329	3577	3515					
28		4178	3368	4105					
30			3799	3939	3655				
32			3802	3611	4236	4970			
34				3875	4188	5584	4998		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36				3564	3724	4264	5388	
38					4347	4469	3340	
40						3646	4139	2965
42							3632	4099
44								3729
Среднее	3243	3463	3557	3818	3985	4540	3975	3723

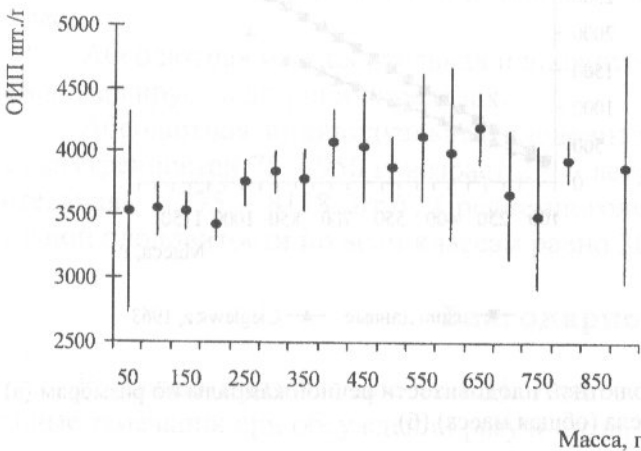


Рис.5. Средние значения относительной плодовитости речной камбалы по классам массы тела в 2000 – 2005 гг. Вертикальные линии – 95% доверительные интервалы

Fig 5. *Platichthys flesus* L. relative fecundity means by weight class in 2000-2005. Vertical lines – 95% confidence intervals

## Обсуждение

Ни в одной работе, посвященной исследованиям плодовитости камбалы Юго-Восточной Балтики, не уделялось внимания изучению относительной плодовитости. Между тем, по величине ОИП, характерной для данного вида, можно в какой-то степени судить о том, как велики энергетические траты, связанные с формированием половых продуктов. Так, по амплитуде изменчивости величины ОИП внутри одного поколения можно представить степень разнокачественности самок. Кроме того, «...по соотношению самок с разной величиной ОП в данном поколении, можно судить об их разнокачественности по интенсивности процесса продуцирования икры и потенциальной продолжительности жизни» [4, с. 66 – 67].

При исследовании плодовитости речной камбалы Юго-Восточной Балтики были выявлены межрайонные различия в плодовитости [9, 10]. Кроме того, отмечена тенденция к увеличению уровня ее плодовитости в Гданьском заливе в последние 40 лет [6, 8 – 10]. Поэтому мы провели сравнение наших данных с результатами этих авторов (рис. 6). С этой целью материал был сгруппирован по 2-сантиметровым размерным классам и 50-граммовым классам общей массы, как это было сделано польскими исследователями.

Средние значения АИП как по размерным классам, так и по классам массы в наших данных значительно выше, чем АИП, определенные в 1963 г. и 1978 г. [6, 10] и практически совпадающие с данными 1992 и 1993 гг. [10]. АИП самок длиной 20 – 32 см, определенная в 1957 г. [8], близка с таковой в 1963 г. [6]. Объяснением этому может быть следующее. В 1963 г. материал (99 экз.) собирали в течение длительного периода, с начала января (преднерестовый период) до конца марта (пик нереста). Некоторые самки уже могли выметать часть икры, и их гонады находились на стадии VI – IV, вследствие чего выявленная величина плодовитости была зани-



жена по сравнению с исходной. Наши материалы, как и польские пробы 1992 г. и 1993 г. [10], были собраны в преднерестовый период, что исключает вероятность использования в анализе частично отнерестившихся рыб.

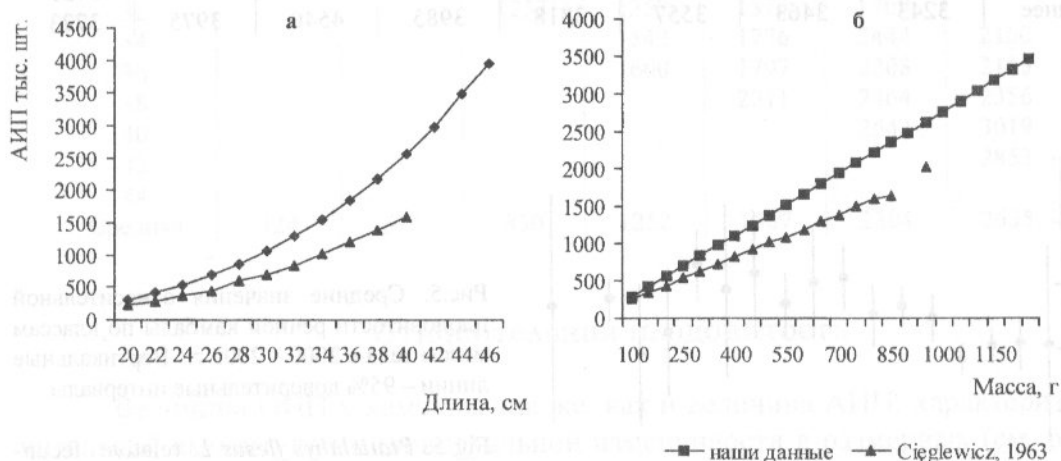


Рис. 6. Рассчитанные средние значения абсолютной плодовитости речной камбалы по размерам (а) и массе тела (общая масса) (б)

Fig 6. *Platichthys flesus L.* calculated absolute fecundity means by length (a) and body weight (total weight) (b)

К тому же, в 1963 г. были исследованы самки в возрасте от 2 до 6 лет (преобладали 2 – 5-годовики). В наших материалах и в исследованиях 1992 г. были использованы самки в возрасте 3 – 8 лет. Преобладали 3 – 6-годовики и не было 2-летних зрелых самок. Кроме того, в 1963 г. самки были меньших размеров в одном и том же возрасте, чем в 1992 г.

Места сбора наших проб охватывают преимущественно район к востоку и северо-востоку от Гданьской впадины. Речная камбала совершает нерестово-нагульные миграции, не превышающие 50 – 60 миль [2]. Можно предположить, что камбала, пойманная нами в 2000 – 2005 гг. северо-восточнее Гданьской впадины, и камбала, выловленная в 1963 г. на юге Гданьского залива, могут принадлежать к разным локальным группировкам. Возможно, именно с этим связаны различия в их плодовитости.

И, наконец, существует мнение, что за последние 40 лет плодовитость камбалы увеличилась вследствие изменений условий среды или генетических изменений в популяциях рыб [9, 10]. Для сравнения плодовитости автор использовал материалы 1957 г. [8], 1963 г. [6] и собственные данные за 1979, 1992 и 1993 гг. из района Гданьской впадины [9, 10]. Однако в ранних работах либо взято недостаточное количество материала (в 1957 г. – 27 самок, в 1978 – 1979 гг. – 48 самок), либо сбор материала осуществляли в течение длительного времени (с начала января по конец марта 1963 г. – 99 самок). Такой материал не может служить основанием для предположения наличия межгодовых различий плодовитости речной камбалы Юго-Восточной Балтики.

## Выводы

Впервые на протяжении ряда лет проведен мониторинг показателей плодовитости речной камбалы.

На материале 2000 – 2005 гг. показано отсутствие достоверных межгодовых различий показателей абсолютной и относительной плодовитости в размерных, массовых и возрастных классах.

Локальных различий в плодовитости камбалы 26-го подрайона (к западу и к северо-востоку от Гданьской впадины) не обнаружено.

С 90-х годов плодовитость речной камбалы Юго-Восточной Балтики не изменилась.

Абсолютная и относительная плодовитость одноразмерных и одновозрастных самок варьирует в широких пределах.

Абсолютная индивидуальная плодовитость самок длиной 20 – 46 см (масса без внутренностей 75 – 950 г, возраст 2 – 9 лет) составляет 224 – 4542 тыс.шт., относительная – 1235 – 8158 шт./г. Среднегодовое (2000 – 2005) значение относительной плодовитости по всем классам равно  $3686 \pm 10$  шт./г.

## Благодарности

Выражаю признательность Е.И. Алексеевой за общее руководство работой и ценные замечания при обсуждении результатов; Ч.М. Нигматуллину за критические замечания при подготовке рукописи к публикации; С.В. Иванову за участие в сборе материала.

## Список использованной литературы

1. Бетешева, Е.И. Речная камбала (*Pleuronectes flesus trachurus* Duncker) средней части Балтийского моря. / Е.И. Бетешева, Е.В. Куликова : сб. науч. тр. / Всесоюз. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 1954. – Т.26. – С.102-117.
2. Витиных, М.Я. Некоторые закономерности распределения и миграций речной камбалы (*Platichthys flesus* L.) в Восточной и Северо-Восточной Балтике / М.Я. Витиных // *Fischerei – Forschung*. – 1976. – J.14, N.1. – S.39-48.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. III. Балтийское море. – СПб., 1994. – Вып. 2. – 435 с.
4. Спановская, В.Д. Относительная плодовитость рыб (определение, использование как показателя разнокачественности самок) / В.Д.Спановская // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Часть II. – Вильнюс, 1976. – С. 63-69.
5. Antoszek, A. Growth pattern of flounder, *Platichthys flesus* (L), from the Gulf of Gdańsk (Southern Baltic Sea) / A. Antoszek, S. Krzykowski // *Acta Ichthyol. Piscat.* – 2005. – Vol. 35(1). – P. 51-60.
6. Cieglewicz, W. The Fecundity of the Flounder in the Gdańsk Bay / W. Cieglewicz, R. Musial // *ICES.C.M.* – 1964. – No. 64. – P. 1-5.
7. Simpson, A. The fecundity of the plaice / A.Simpson // *Fish. Invest.* – 1951. – Ser. 2. – Vol. 17, No. 5. – H. 1-28.
8. Kandler, R. Über die Fruchtbarkeit der Plattfische im Nordsee-Ostsee-Raum / R. Kandler, W. Pirwitz // *Kieler Meeresforsch.* – 1957. – 13. – S. 11-34.
9. Kosior, M. Liczebność ikry storni (*Platichthys flesus* L.) południowego Bałtyku w 1993 r. / M. Kosior, J. Kuczyński // *Raporty Morskiego Instytutu Rybackiego 1993-1994.* – 1995. – H. 249-252.
10. Kuczyński, J. Review of the data of fecundity of the Baltic flounder / J. Kuczyński, R. Zaporowski // *ICES C.M.* – 1992. – J:15. – P. 1-9.