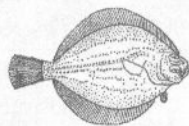


УДК 597.5879:597-113.4

## СРАВНЕНИЕ ОЦЕНОК ВОЗРАСТА ЖЕЛТОПЕРОЙ (*LIMANDA ASPERA* PALLAS) И СЕВЕРНОЙ ДВУХЛИНЕЙНОЙ (*LEPIDOPSETTA POLYXYSTRA* ORR ET MATAREZE) КАМБАЛ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ ПО ЧЕШУЕ И ОТОЛИТАМ

А. О. Золотов



На основании материалов, собранных в 2003–2005 гг. в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Камчатки и северных Курил, проведено сравнительное определение возраста желтоперой и двухлинейной камбалы по чешуе и отолитам с целью выявления регистрирующей структуры, наиболее подходящей для исследований. Установлено, что в настоящий момент назрела необходимость смены методики чтения возраста камбал и использования в качестве основной регистрирующей структуры отолигов, как это принято в международной практике.

**A. O. Zolotov.** A comparison of age assessment from scales and otoliths for yellowfin sole (*Limanda aspera* Pallas) and northern rock sole (*Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matareze) in the western Bering Sea and east Kamchatka // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 8. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2006. P. 198–206.

Comparative assessment of ages of yellowfin sole and northern rock sole from scales and otoliths was carried out for the data pool collected for 2003–2005 in the Western Bering Sea and Pacific Ocean waters adjacent Kamchatka and North Kurile Islands in order to find out which of these age registering structures is the most appropriate to use in permanent research practice. It has been found that the assessment of ages of the flounders should be designed to make it from otoliths, as it is already accepted in modern international practice.

Повышение точности определения возраста рыб продолжает оставаться одной из важнейших задач, стоящих перед исследователями. При достаточном разнообразии регистрирующих структур, используемых для определения возраста, основным методом оценки числа лет, прожитых рыбой, остается визуальная интерпретация (чтение) так называемых годовых колец. В наиболее общем понимании последние представляют собой специфический узор из чередующихся темных и светлых зон на отвердевших тканях, возникающий в результате периодических ускорений или приостановок роста особи в ходе ее жизненного цикла. Однако при том, что основные критерии чтения возрастных структур вполне определены (Чугунова, 1959; Мина, 1973), любая оценка числа лет, прожитых рыбой, носит несколько субъективный характер и зависит от подхода конкретного исследователя к интерпретации той или иной структуры. Поэтому поиск регистрирующих структур, легко читаемых, максимально точно отражающих возраст рыб и минимизирующих влияние субъективного фактора, продолжает оставаться актуальным.

В настоящий момент, в значительной мере в силу традиционности, в нашей стране чешуя продолжает оставаться основным объектом исследований специалистов, в той или иной степени связанных с вопросами определения продолжительности

жизни рыб, хотя результаты современных исследований свидетельствуют о том, что в общем случае чешуя не является оптимальной структурой для чтения возраста, в том числе и камбаловых рыб (Chilton, Beamish, 1982). Напротив, иностранные специалисты, в первую очередь американские и канадские, при изучении биологии камбаловых для определения возраста используют отолиды (Chilton, Beamish, 1982; Brodziak, Mikus, 2000; Munk, 2001).

К промысловым видам камбал, обитающим у западного и восточного побережий Камчатского полуострова, относятся: желтоперая — *Limanda aspera*; северная двухлинейная — *Lepidopsetta polyxystra*; узкозубая и северная палтусовидная — *Hippoglossoides elassodon* и *H. robustus*; сахалинская — *Limanda sakhalinensis*; хоботная — *Mysopsetta proboscidea*; звездчатая — *Platichthys stellatus*; четырехбугорчатая — *Pleuronectes quadrituberculatus*. Лишь у последних трех, отолиды в той или иной степени использовались для определения возраста, поскольку сбор чешуи в полевых условиях в силу особенностей их морфологии этих видов, значительно затруднен (Токранов, Заварина, 1992; Токранов, 1993). Однако для желтоперой и двухлинейной камбал, составляющих основу промыслового запаса в прикамчатских водах, чешуя продолжает оставаться приоритетной регистрирующей структурой (Тихонов, 1970, 1975, 1976; Фадеев, 1984; Дьяков, 2004).

Очевидно, что для повышения точности массового определения возраста предварительный сравнительный анализ возрастных оценок с использованием различных регистрирующих структур просто необходим. Только так можно выявить наиболее приемлемую для сбора, последующей обработки и интерпретации структуру.

Таким образом, основной задачей настоящего исследования являлось сравнительное определение возраста желтоперой камбалы западной части Берингова моря и двухлинейной камбалы восточного побережья Камчатки по чешуе и отолитам с целью выявления выбора структуры, наиболее подходящей для последующих исследований.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы отолиты и чешуя желтоперой и северной двухлинейной камбал, собранные в качестве регистрирующих структур при выполнении стандартной процедуры полного биологического анализа (ПБА). Материал отбирали из уловов различными орудиями промысла в период научно-исследовательских рейсов на судах, работавших по программам КамчатНИРО в 2003–2005 гг. Кроме того, использованы материалы 2004 г., собранные в период работ на береговых предприятиях г. Петропавловска-Камчатского и Северо-Курильска.

В работе также использованы данные массовых промеров (МП), собранные в течение тех же рейсов. Общий объем материалов представлен в табл. 1.

Чешуйные препараты готовили по стандартной методике, принятой в КамчатНИРО. Возраст в этом случае определяли путем подсчета годовых колец в отраженном свете при помощи бинокля «Olimpus» либо МБС-9.

Методика чтения возраста по отолитам достаточно отработана и универсальна (Chilton, Beamish, 1982), она широко используется в исследованиях рыб, в том числе и камбал (Brodziak, Mikus, 2000).

Таблица 1. Объем использованного в работе материала

Вид	МП	ПБА	Возраст (чешуя)	Возраст (отолит)
Наваринский район и Коряжский шельф				
<i>L. aspera</i>	1519	420	400	317
<i>L. polyxystra</i>	228	189	66	181
Карагинский и Олоторский заливы				
<i>L. aspera</i>	3180	947	947	585
<i>L. polyxystra</i>	769	416	416	348
Тихоокеанские воды Камчатки и северных Курильских островов				
<i>L. polyxystra</i>	3164	300	300	261
Всего:	8860	2272	2129	1692

Примечание. МП — массовый промер, ПБА — полный биологический анализ.

В лаборатории морских промысловых рыб КамчатНИРО ее, в частности, достаточно успешно применяли при определении возраста минтая (Буслов, Варкентин, 2001), однако в отношении желтоперой и двухлинейной камбал ее не использовали.

В англоязычной литературе данный метод обычно называют «break and burn», что достаточно точно отражает его суть. Согласно этой методике, отолит разламывали пополам через ядро в поперечном (дорзо-вентральном) направлении. Половины отолита обжигали в пламени спиртовки и затем рассматривали под биноклем в отраженном свете, подсчитывая годовые кольца. Последние определялись как совокупность светлой и темной зон (прозрачной и opakовой, или летней и зимней). Для выяснения зависимости роста отолита от увеличения длины камбал измеряли длину правого отолита от парарострума до антирострума — от переднего до заднего края (рис. 1). Ширину отолита и годовых приростов определяли по слому в делениях окуляр-микрометра, а затем переводили в единицы длины.

Ядро (nucleus) на обожженном сломе отолита камбал выражено отчетливо, а годовые кольца идентифицируются достаточно уверенно. Чередующийся рисунок широких светлых и узких темных приростов особенно хорошо проявляется у желтоперой камбалы. Зачастую зимние кольца непрерывно прослеживаются по всему контуру отолита (рис. 2).

Количество дополнительных марок невелико, притом они, как правило, более узкие, слабо выра-

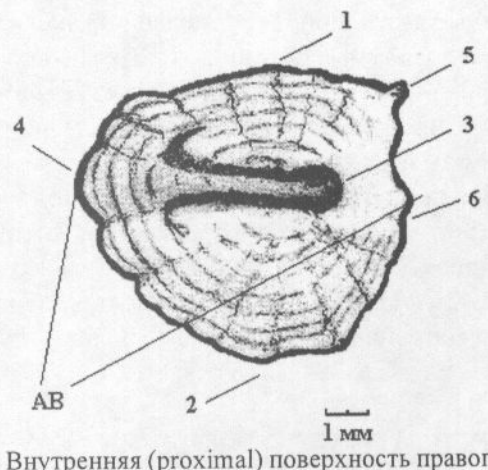


Рис. 1. Внутренняя (proximal) поверхность правого сагитального отолита желтоперой камбалы: 1 — спинной край (dorsal); 2 — брюшной край (ventral); 3 — слуховая борозда (sulcus acusticus); 4 — парарострум (pararostrium); 5 — рострум (rostrum); 6 — антирострум (antirostrium); АВ — участок, измеряемый штангенциркулем



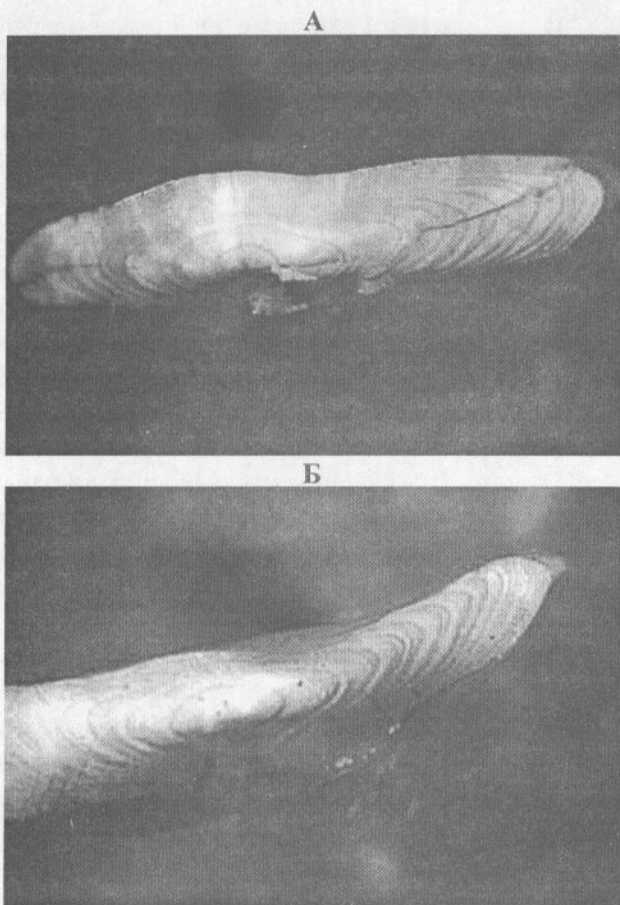


Рис. 2. Поперечный срез отолита желтоперой (А, возраст 12+) и двухлинейной (Б, возраст 13+) камбал

женные и прерывистые. Очевидно, во многом их появление связано с периодами размножения, так как их число к 4–6 году жизни увеличивается.

Чтение возраста по отолитам двухлинейной камбалы в целом также несложно. Некоторые трудности возникают лишь для рыб старше 15-летнего возраста: приросты невелики, годовые кольца расположены достаточно близко и хорошо видны лишь на участке, обращенном к проксимальной поверхности отолита. Проблема обычно решается путем исследования сложных участков при повышенном оптическом разрешении бинокля.

Статистическую обработку проводили по общепринятым в биологических исследованиях методикам (Лакин, 1980). При подготовке графического материала использованы пакеты программ EXCEL и STATISTICA v.5.5.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из первых проблем, с которой сталкивается исследователь, занимающийся оценкой пригодности той или иной регистрирующей структуры для оценки возраста, является выяснение степени корреляции изменений ее размеров с ростом особи в

ходе жизни. И определенно, наличие связей между соматическим ростом и увеличением регистрирующей структуры необходимо проверять, если предполагается выполнить обратные расчисления темпа роста.

Относительно чешуи камбал можно отметить, что в работе В.И. Тихонова (1970) имеются ссылки на линейный характер связи между ростом длины тела и радиусом чешуи желтоперой камбалы западно-камчатской популяции. Поэтому в ходе работ мы ограничились только определением возраста по чешуе, не касаясь выяснения особенностей ее формирования и увеличения размеров в течение жизни.

Обзор современного состояния исследований взаимосвязи роста отолитов с физиологическими процессами, протекающими в организме рыб, достаточно подробно изложен в работе Е.Н. Кузнецовой с соавторами (2004). По их мнению, характер этих связей видоспецифичен и для некоторых видов изменение размеров отолитов не коррелирует с соматическим ростом рыб, главным образом, на ранних этапах онтогенеза. Однако в большинстве случаев зависимость длины, ширины либо радиуса отолитов от размеров рыбы с высокой достоверностью описываются уравнением обычной линейной регрессии.

Как можно видеть (рис. 3, 4), характер зависимости длины и ширины отолита желтоперой и северной двухлинейной камбал тихоокеанских вод Камчатки, северных Курил и западной части Берингова моря от длины тела рыб также весьма близок к линейному, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты корреляции. Уровень значимости во всех случаях был выше 0,01.

Обобщая изложенное, можно признать, что для желтоперой и двухлинейной камбал прикамчатских вод процессы увеличения отолитов в онтогенезе коррелируют с соматическим ростом рыбы, связь — высокодостоверная, линейная и положительная.

Как показали результаты определения числа лет, прожитых рыбой, расхождения в оценках возраста по чешуе и отолитам характерны как для желтоперой камбалы, обитающей в западной части Берингова моря, так и для двухлинейной камбалы Карагинского залива и юго-восточного побережья Камчатки (см. табл. 2–4).

Наибольшее число совпадений — около 70–80% от их общего количества для особей каждого вида — приходилось на первые 5–7 возрастных групп, представленных в уловах. Для желтоперой камбалы таковыми являлись рыбы в возрасте 4–8 лет, а для двухлинейной — 3–9 соответственно.

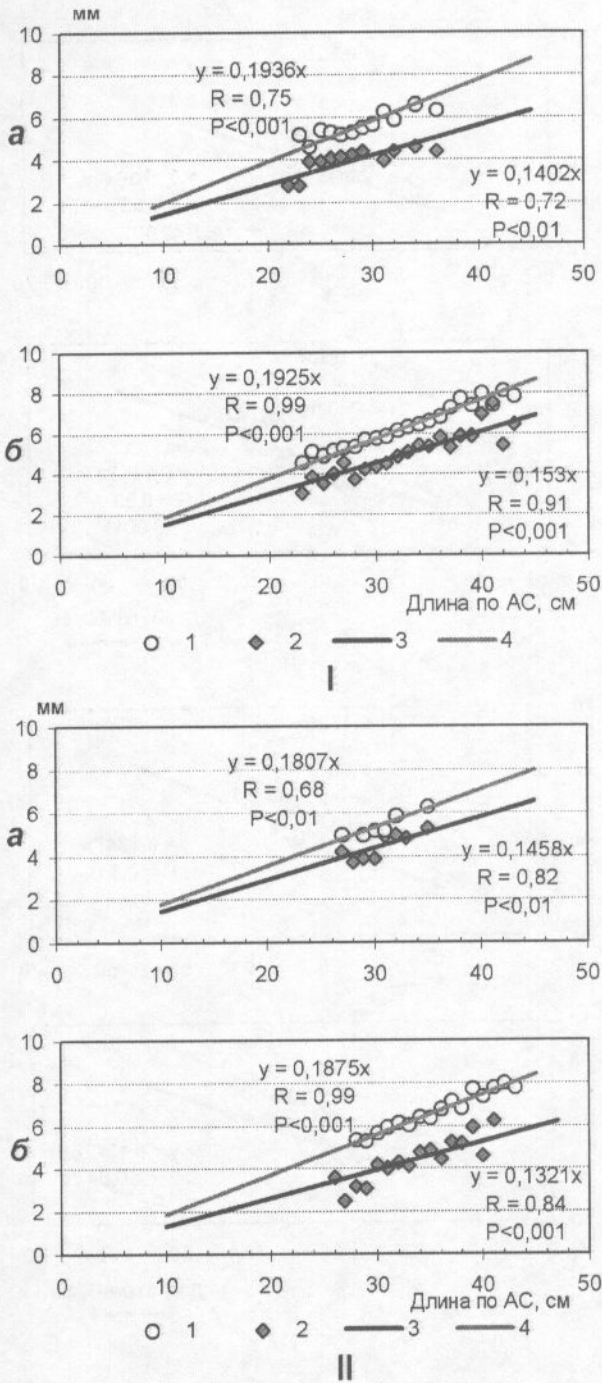


Рис. 3. Зависимость длины (1) и ширины (2) сагиттально-го отолита желтоперой камбалы Карагинской подзоны (I) и Западно-Берингоморской зоны (II) от длины тела рыб и соответствующие уравнения линейной регрессии; а — самцы, б — самки; указаны значения коэффициента корреляции и уровень значимости

В среднем же число случаев, когда количество годовых колец на обеих структурах было идентичным в пределах отдельной выборки, составляло около трети. При этом наименьшее число совпадений отмечено для двухлинейной камбалы Карагинского залива — 29,0% и желтоперой камбалы — 31,9%. Максимальным этот показатель был для популяции *L. polyxistra*, обитающей в водах тихо-

океанского побережья Камчатки и северных Курильских островов — 43,4%.

Даже если расширить пределы погрешности и подсчитать число совпадений с учетом рыб, чей возраст, определенный по двум различным структурам, находился в пределах ошибки  $\pm 1$  год, то и в этом случае результаты будут не идеальными — 57,0; 75,6 и 72,8% для тех же популяций соответственно.

Расхождения в оценках по двум структурам прогрессируют с увеличением возраста исследуемой особи (рис. 5) таким образом, что у желтоперой камбалы начиная с 15 лет, у двухлинейной из Карагинского и Олюторского заливов — с 13, а у обитающей в тихоокеанских водах — с 14 число прожитых лет, определенное по чешуе, занижалось не менее чем на год. Максимальные различия в возрастных оценках составляли 6 лет для желтоперой и двухлинейной камбал западной части Берингова моря.

Для популяции двухлинейной камбалы восточного побережья Камчатки этот показатель и вовсе составлял 13 лет и был отмечен для самки, чей возраст по отолитам оценивался в 27+ лет.

При сравнении результатов определений возраста по двум структурам на основе критерия Стьюдента был проведен анализ достоверности расхождений оценок (табл. 5). Как можно видеть, статистически значимые на 1–5%-ном уровне отличия отмечаются уже с 6 лет для двухлинейной камбалы юго-востока Камчатки и с 9 лет — для популяции, обитающей в Карагинском и Олюторском заливах и желтоперой камбалы западной части Берингова моря.

В дальнейшем, по мере увеличения возраста рыб, уровень достоверности различий только возрастает. Отметим, что некоторые возрастные группы как бы «выпадают» из общего ряда, и степень достоверности расхождений оценок числа лет, прожитых рыбой, в них оказалась меньше принятого значимым пятипроцентного уровня. Очевидно, в большей степени это объясняется особенностями сбора материала. Неслучайно число таких групп оказалось наибольшим для камбалы Карагинского залива, объем выборки для которой оказался минимальным ( $N = 107$  экз.).

Указанное обстоятельство, на наш взгляд, не меняет общей закономерности: использование чешуи при исследованиях неизбежно приведет к систематическому занижению возраста начиная с 6–9 лет, то есть практически у большей части рыб, формирующих основу уловов. Можно предположить, что расхождения неминуемо аккумулируются при оп-



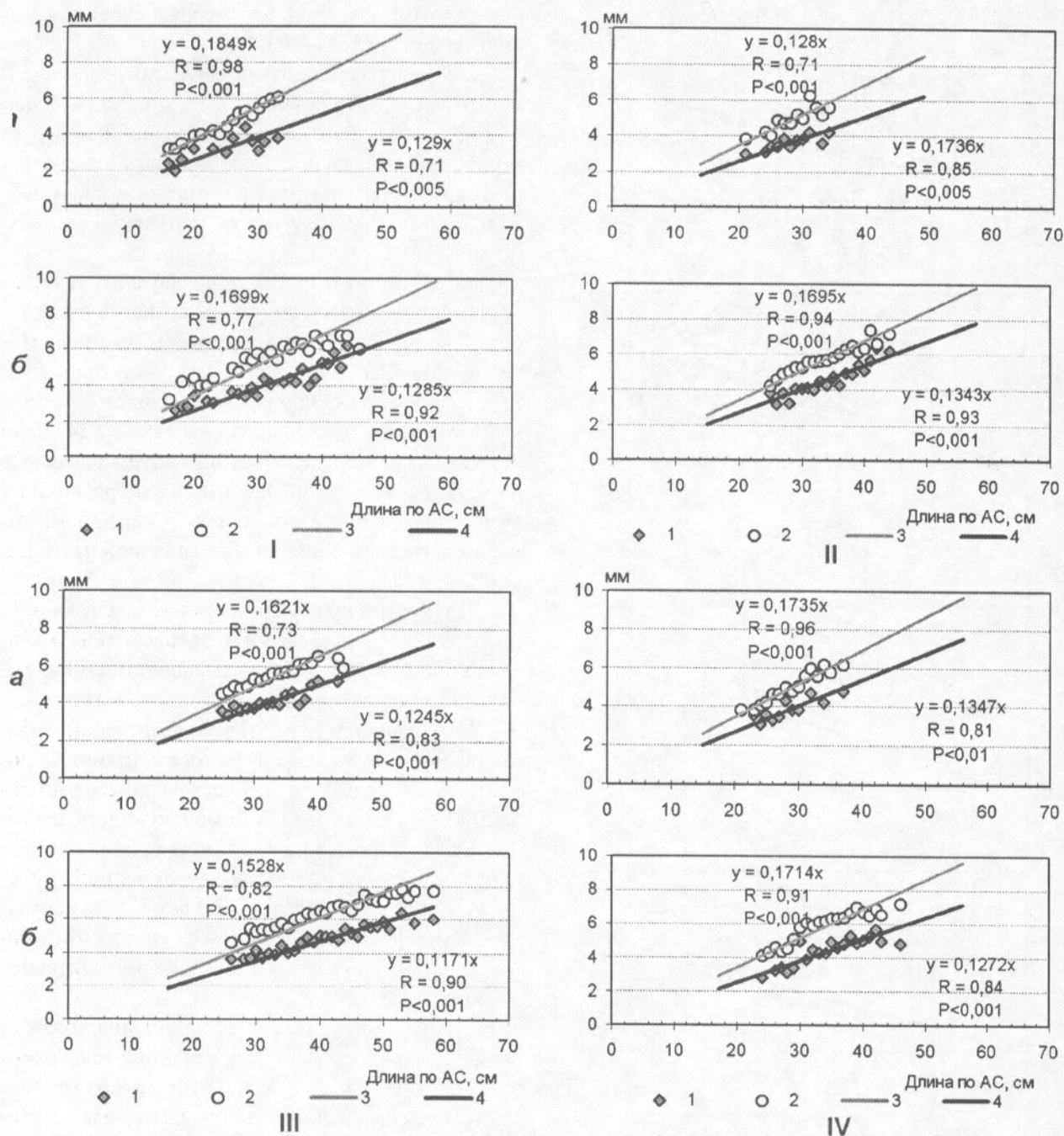


Рис. 4. Зависимость ширины (1) и длины (2) сагиттального отолита двухлинейной камбалы Северо-Курильской (тихоокеанской) подзоны (I), Петропавловск-Командорской подзоны (II), Карагинской подзоны (III) и Западно-Беринговоморской зоны (IV) от длины тела рыб и соответствующие уравнения линейной регрессии; а — самцы, б — самки; указаны значения коэффициента корреляции и уровень значимости

ределении возрастного состава, а следовательно, и при расчете матрицы уловов по возрастным группам и, очевидно, скажутся на итоговых оценках численности в целом, безотносительно, будут ли последние основываться на методах математического моделирования или прямого учета.

Несомненно, само по себе большее число колец на отолитах, интерпретируемых как годовые, еще не означает, что, собственно, отолиты представляют собой лучшую регистрирующую структуру по срав-

нению с чешуей. Необходимо подтверждение того, что количество колец на отолитах соответствует числу лет, прожитых рыбой. В современных исследованиях подобное подтверждение именуется валидностью.

Изучение вопросов валидности регистрирующих структур — актуальное направление ихтиологических следований, однако в отечественной печати внимание ему практически не уделяется. Напротив, оно весьма популярно и активно развивается среди иностранных специалистов. В частности, для представителей

Таблица 2. Результаты сравнительного определения продолжительности жизни желтоперой камбалы западной части Берингова моря по чешуе и отолитам

Возраст по чешуе	Возраст по отолитам																	N
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
4	3	3	3														9	
5	1	8	11	2	2	1											25	
6		6	29	31	10	4	2										82	
7		1	13	37	36	22	2	2									113	
8			6	15	49	25	12	1			1						109	
9			2	8	17	34	18	10	2								91	
10				2	8	23	9	12	4	3	1						62	
11					4	6	3	5	5	4			1				28	
12			1		1	1	1	6	6	9	2	1	1	1			30	
13									3	5	3	5	3			1	20	
14											1	1	1	2	3	1	9	
15										1			2				3	
16															2		2	
N	4	18	65	95	127	116	47	39	23	20	10	5	6	6	2		583	

Таблица 3. Результаты сравнительного определения продолжительности жизни двухлинейной камбалы Карагинского и Олюторского заливов по чешуе и отолитам

Возраст по чешуе	Возраст по отолитам																	N
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
5	1	1	1														3	
6		1	4	8	1												14	
7		1	4	2	3	2	1										13	
8			2	10	3	5	1										21	
9				1	6	6	1		1	1							16	
10					2	5	3		1	1	2						13	
11		1					2	2	3								8	
12				1				2	1			1					5	
13							1	1			1	3			2		8	
14													2		1	1	4	
15												1					1	
16														1			1	
N	1	3	12	22	15	18	9	5	6	1	3	5	2	1	3	1	107	

Таблица 4. Результаты сравнительного определения продолжительности жизни двухлинейной камбалы тихоокеанских вод Камчатки и северных Курильских островов по чешуе и отолитам

Возраст по чешуе	Возраст по отолитам																	N
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
3	2	1																3
4		4	1	2														7
5			6	12	6													24
6				16	15	3	2											36
7				3	17	13	4	1				1						39
8					1	18	1	3	2									25
9							5		2	2		3						12
10						1		6	1	2	3	1	2	1				17
11									2	2								4
12											1	1						2
13											1					2		3
14															1	1	1	5
N	2	5	7	33	39	35	12	10	7	6	6	6	2	1	1	3	1	177

семейства Pleuro-nectidae валидность отолитов была подтверждена методом окситетрациклинового окрашивания для белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis*, *Parophrys vetulus* и двухлинейной камбалы *L. bilineata* (Munk, 2001). Последний факт представляет особый интерес, поскольку с высокой вероятностью позволяет предполагать валидность отолитов близкородственных промысловых видов камбал прикамчатских вод.

С учетом того, что ссылки на соответствие числа годовых колец на чешуе реальному возрасту камбал в печати вообще отсутствуют, следует заключить, что использование отолитов при изучении возраста и роста желтоперой и двухлинейной камбал явно предпочтительнее. Использование чешуи, видимо, следует иметь в резерве для случаев специальных исследований, когда необходимо оставить рыбу живой и

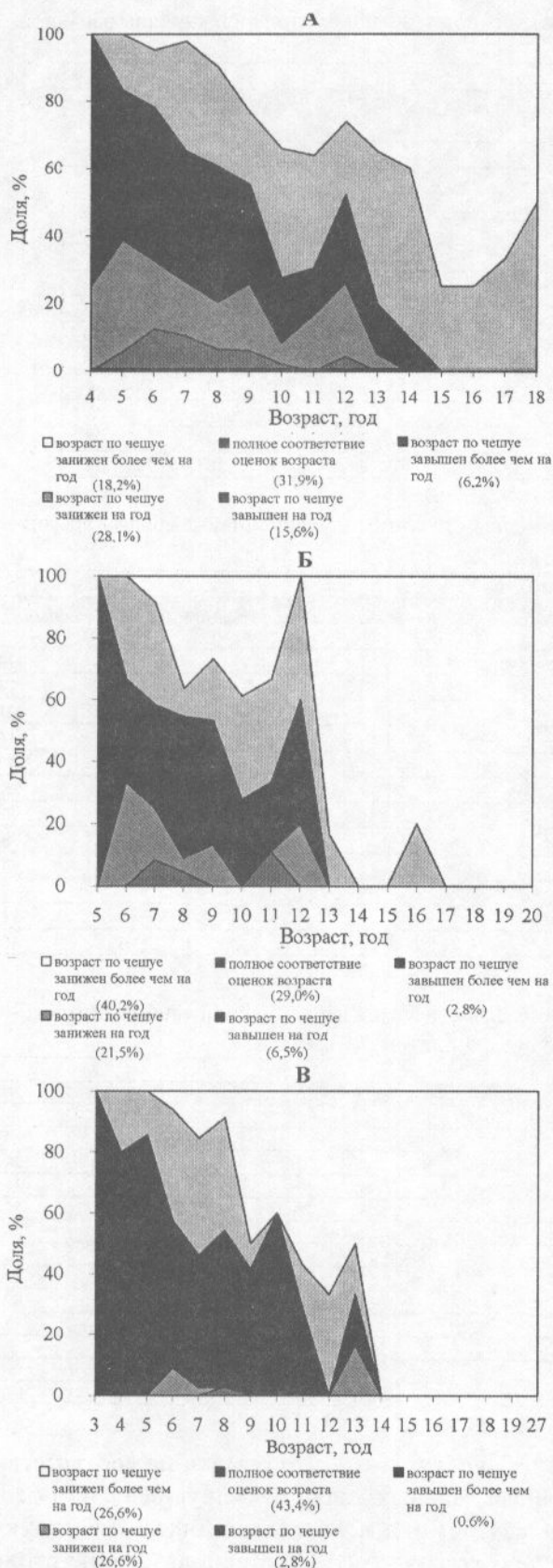


Рис. 5. Диаграмма соответствия оценок возраста камбал по отолитам (ось абсцисс) и по чешуе: А — желтоперая камбала западной части Берингова моря; Б — двухлинейная камбала Карагинского и Олюторского заливов; В — двухлинейная камбала тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курил

извлечение отолитов невозможно. Например, для опытов с мечением.

Хотелось бы обратить внимание на еще одно обстоятельство. Должно существовать какое-то логичное объяснение тому факту, когда количество особой желтоперой камбалы, у которых число прожитых лет, определенное по чешуе, оказалось больше возрастной оценки по отолитам, было неожиданно высоким. В целом доля таких рыб в общей выборке составляла 21,8%.

Как можно видеть из рис. 6, средние оценки возраста по чешуе для 4–6-летних рыб оказались даже выше, чем по отолитам.

Очевидно, что данное обстоятельство вряд ли объясняется одними лишь субъективными особенностями подхода оператора к чтению чешуйных препаратов, поскольку для двухлинейной камбалы подобной картины не наблюдается. Вероятно, имеются некоторые видовые структурные особенности чешуи желтоперой камбалы, вносящие некоторую долю неясности при интерпретации рисунка годовых приростов.

На наш взгляд, подобный эффект является проявлением неопределенности положения первого годового кольца на чешуе этого вида. Как можно видеть из графиков линейного роста самцов и самок желтоперой камбалы (рис. 7), приросты до момента закладки первого зимнего кольца на отолитах (очевидно, этих рыб отождествляли с годовиками) несколько меньше, чем на втором году жизни. Это можно объяснить, если вспомнить, что желтоперая камбала относится к летнерестующим рыбам и с момента выклева личинок до холодного периода года, к которому обычно и приурочена закладка годового кольца, временной промежуток не так уж и велик. Если же учесть, что закладка чешуи у рыб происходит не сразу после выклева, а по прошествии некоторого времени, то вполне вероятно предположить, что первый зимний прирост на чешуе проявляется не всегда и сливается с центральной зоной.

Этот факт учитывался оператором и, по всей видимости, при интерпретации конкретного чешуйного препарата при выборе, к какому году жизни относить первое видимое зимнее кольцо — к первому или второму, предпочтение в среднем чаще отдавалось последнему варианту. Этим, в итоге, и объясняется некоторое завышение средних оценок возраста по чешуе, особенно проявляющееся у 4–7-летних рыб. В любом случае этот эффект постепенно нивелируется и начиная уже с возраста 8 лет продолжительность жизни рыб, определенная по чешуе, в среднем меньше таковой, оценен-



Таблица 5. Сравнение оценок возраста камбал прикамчатских вод по чешуе и отолитам

		Оценка возраста по отолитам, лет																		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	27
1	N, экз.	4	18	65	95	127	116	47	39	22	20	10	5	5	5	2				
	Средний возраст по чешуе, лет	4,3	5,3	6,3	7,0	7,9	8,6	8,9	10,2	11,4	11,5	12,1	13,0	13,2	14,0	13,5				
	Критерий Стьюдента	1,00	1,44	1,92	0,19	1,00	3,33	6,16	3,27	2,32	6,28	3,35	6,32	3,81	4,74	9,00				
	Значимость	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
2	N, экз.		1	3	12	22	15	18	9	5	6	1	3	5	2	1	3	1		
	Средний возраст по чешуе, лет		5,0	6,0	7,0	7,4	8,3	8,8	9,9	11,8	10,7	9,0	11,0	13,2	14,0	16,0	13,3	14,0		
	Критерий Стьюдента		-	-	-	1,53	2,29	5,09	1,87	0,53	5,37	-	4,00	5,72	-	-	18,02			
	Значимость		-	-	-	p>0,05	p<0,05	p<0,001	p>0,05	p>0,05	p<0,001	-	p<0,001	p<0,001	-	-	p<0,001			
3	N, экз.	2	5	7	33	39	35	12	10	7	6	6	6	2	1	1	3	1		1
	Средний возраст по чешуе, лет	3,0	3,8	4,9	5,6	6,3	7,5	7,8	9,1	9,4	10,0	11,5	9,3	10,0	10,0	14,0	13,3	14,0		14,0
	Критерий Стьюдента	-	1,00	1,00	3,03	5,39	3,68	3,56	2,38	3,56	5,48	2,09	7,00	-	10,39	-	-	-		-
	Значимость	-	p>0,05	p>0,05	p<0,01	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,05	p<0,001	-	p<0,001	-	-	-		-

Примечание. 1 — желтоперая камбала западной части Берингова моря; 2 — двухлинейная камбала Карагинской подзоны; 3 — двухлинейная камбала тихоокеанских вод Камчатки и северных Курил.

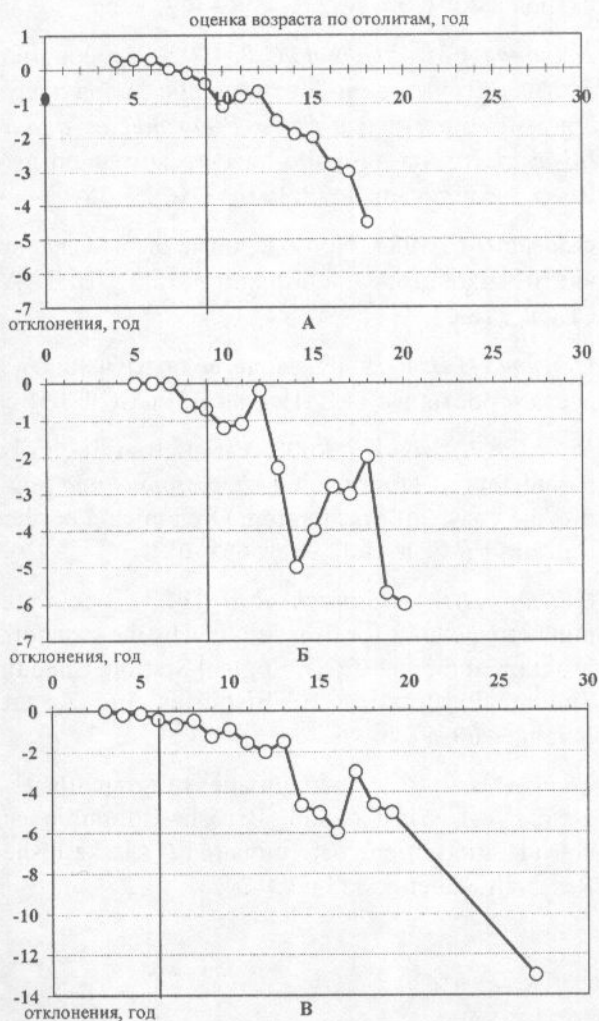


Рис. 6. Среднее расхождение возрастных оценок по чешуе и отолитам (вертикальной линией указан возраст, с которого начинаются достоверные отличия на 5%-ном уровне значимости): А — желтоперая камбала западной части Берингова моря; Б — двухлинейная камбала Карагинского и Олюторского заливов; В — двухлинейная камбала тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курил

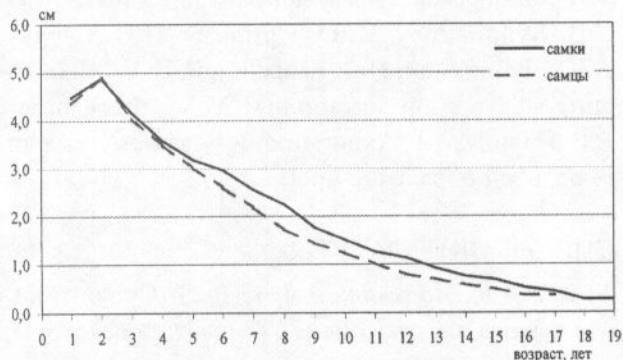


Рис. 7. Изменение величины линейных приростов желтоперой камбалы Карагинского и Олюторского заливов в течение жизни

ной по отолитам. Однако, на наш взгляд, описанное явление лишней раз свидетельствует в пользу применения поперечных сломов отолитов для чтения возраста камбал, поскольку первое годовое кольцо проявляется на них весьма отчетливо (рис. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги проведенных исследований, можно заключить, что зависимости изменений размеров отолитов желтоперой и двухлинейной камбал восточного побережья Камчатки и западной части Берингова моря от их соматического роста носят линейный характер, для всех исследованных видов и популяций связь достоверная и прямая.

Сравнительный анализ оценок возраста по чешуе и отолитам северной двухлинейной и желтоперой камбал позволяет говорить о систематическом занижении реального возраста рыб при использовании чешуйных препаратов; статистичес-



ки значимые на 1–5%-ном уровне отличия отмечаются уже с 6 лет для двухлинейной камбалы юго-востока Камчатки и с 9 лет — для популяции, обитающей в Карагинском и Олюторском заливах и желтоперой камбалы западной части Берингова моря.

С учетом установленной валидности отолигов некоторых видов камбаловых и отсутствием таких работ по чешуе очевидно, что в настоящий момент назрела необходимость смены методик определения возраста камбал и использования в качестве основной регистрирующей структуры отолигов, как это принято в международной практике.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории морских промысловых рыб КамчатНИРО: С.В. Куприянову, И.Ю. Спирину, П.Н. Буряку, А.Ю. Дубининой, Н.В. Балыкиной, Е.А. Михалютину — за сбор материала; М.М. Феофанову, Е.В. Килину, А.Г. Акдигитовой — за помощь в камеральной обработке проб.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буслов А.В., Варкентин А.И. 2001. Сравнительная характеристика оценок возраста и некоторых популяционных параметров минтая при использовании чешуи и отолигов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 128. С. 164–176.

Дьяков Ю.П. 2004. Индивидуальная продукция массовых видов западно-камчатских камбал сем. *Pleuronectidae*. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 101–115.

Кузнецова Е.Н., Кузнецов В.В., Долгих М.Г., Френкель С.Э. 2004. Современное состояние исследований микроструктуры отолигов рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 124 с.

Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Высш. шк., 292 с.

Мина М.В. 1973. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных. М.: ВИНТИ. Т. 4. С. 68–115.

Тихонов В.И. 1970. Рост желтоперой камбалы западного побережья Камчатки // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 73. С. 127–140.

Тихонов В.И. 1975. Весовой рост западно-камчатской желтоперой камбалы // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 98. С. 99–105.

Тихонов В.И. 1976. Краткопериодические изменения роста западно-камчатской желтоперой камбалы (*Limanda aspera* Pallas) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 100. С. 53–57.

Токранов А.М. 1993. Размерно-возрастная структура звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* в эстуарии реки Большая (западная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. Т. 33. № 2. С. 305–309.

Токранов А.М., Заварина С.В. 1992. Размерно-возрастная структура и соотношение полов желтобрюхой морской камбалы *Pleuronectes quadrituberculatus* на западно-камчатском шельфе // Вопр. ихтиологии. Т. 32. Вып. 3. С. 27–35.

Фадеев Н.С. 1984. Промысловые рыбы северной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 270 с.

Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 164 с.

Brodziak J., Mikus R. 2000. Variation in life history parameters of Dover sole (*Microstomus pacificus*), off the coasts of Washington, Oregon, and northern California // Fish. Bull. 98. P. 661–673.

Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 60, 98 p.

Munk K.M. 2001. Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination // Alaska Fishery Research Bulletin. 8 (1). P. 12–21.