

К методике определения возраста тихоокеанской трески (*Gadus macrocephalus*)

О.А. Ровнина (ВНИРО)

Определение возраста тихоокеанской трески (*Gadus macrocephalus*) довольно сложно. Ранее отмечалось [Моисеев, 1953; Чугунова, 1959], что для этого целесообразно использовать как чешую и отолиты, так и срезы лучей плавников. Пытались определять возраст тихоокеанской трески и по другим регистрирующим структурам: крышечной кости (operculum), большой покровной кости плечевого пояса (cleithrum), вороньей кости (coracoid), лопатке (scapula), верхнечелюстной кости (maxillarae), позвонкам (vertebrae) [Kennedy, 1970; Ketchen, 1970; Beamish, 1981; Chilton, Beamish, 1982; Lai и др., 1987]. Однако эти попытки не дали положительных результатов. Одни авторы [Kennedy, 1970] рекомендуют определять возраст по чешуе, другие [Westrheim, Shaw, 1982] полагают, что чешуя годна для определения возраста только особей не старше двух лет. Было подтверждено [Beamish, 1981], что для определения возраста рыб большого размера целесообразно использовать срезы лучей второго спинного и грудного плавников. Таким образом, ни один из методов, предполагающих использование одной регистрирующей структуры, не является пригодным для рыб всех возрастов и размеров.

Кроме того, при определении возраста по различным структурам оценки не всегда совпадают. Так, после параллельного просмотра чешуи, отолитов и спилов спинного плавника восточноберинговоморской трески [Kimura, Lyons, 1990] было показано, что чем старше возрастная группа, тем более занижены оценки возраста по чешуе, по сравнению с оценками по другим структурам.

Целью данной работы является сравнение оценок возраста западноберинговоморской трески, полученных по трем регистрирующим структурам (чешуе, отолитам и лучам грудного плавника) и выбор структуры, наиболее пригодной для массового определения возраста особей разных размерно-возрастных групп.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили сборы трески из траловых уловов в Наваринском и Олюторском районах Берингова моря в ноябре 1998 г. У 100 рыб, взятых на биологический анализ, брали три регистрирующие структуры: чешую, отолиты и грудной плавник. Чешую брали между вторым спинным плавником и боковой линией. Перед определением возраста в лабораторных условиях ее выдерживали в растворе аммиака, затем осторожно скоблили скальпелем под бинокляром.

Отолиты разламывали, прокаливали над пламенем спиртовки и поверхность слома смачивали глицерином.

Грудной плавник вырезали ножницами вместе с сочленовной частью, высушивали на воздухе в пергаментном конверте. Для просмотра использовались первые 5–6 лучей. Плавник заливали эпоксидной смолой, которая застывала в течение суток. Затем небольшим лобзиком с полотном № 4/0–8/0 (в зависимости от толщины плавника) на специальной подставке делали 5–6 спилов толщиной примерно 0,5 мм строго перпендикулярно оси луча. Спилов каждого плавника помещали на отдельное предметное стекло в порядке удаления от основания плавника и покрывали тонким слоем прозрачного лака. В некоторых методических руководствах [Чугунова, 1959] рекомендуется прогреть срезы 5–10 мин. в термостате при температуре 60–70 °С, однако эта процедура ненамного увеличивает четкость зон, поэтому, по нашему мнению, при обработке массового материала не обязательна.

Для определения возраста по отолитам и чешуе использовался бинокляр OLYMPUS SZH/10, по спилам плавников – микроскоп OLYMPUS CHS/CHT.

Достоверность разности средних значений длины возрастных групп, выделенных при использовании разных регистрирующих структур, оценивали по величине *t*-критерия Стьюдента [Плохинский, 1970].

Результаты и обсуждение

Выборка, бывшая в нашем распоряжении, включала в себя рыб длиной (по Смитсу) 39–102 см.

Сравнение оценок возраста по каждой регистрирующей структуре, полученных двумя операторами (табл. 1), показало, что наибольший процент совпадения результатов определения принадлежит отолитам (70%) и спилам лучей грудного плавника (68%), наименьший — чешуе (46%).

Сравнение полученных оценок возраста по различным структурам показало, что они совпадают для рыб длиной до 50 см, которые не бывают старше пяти лет. Возраст этих рыб можно определять как по отолитам, так и по чешуе и спилам лучей грудного плавника. Возраст рыб 5–6 лет длиной 50–70 см, которые составляют основу промыслового стада, лучше определять по отолитам и спилам лучей, поскольку на чешуе этих рыб плохо заметны последние годовые кольца. Так, при определении возраста по чешуе особей размерной группы 50–90 см возраст был

Таблица 1

Сравнение оценок определения возраста двумя операторами по различным регистрирующим структурам

Регистрируемая структура	Возраст	Число совпадений	Число несовпадений	Процент совпадений	Всего экз.	
Отолиты	3	1	0	100	1	
	4	4	2	67	6	
	5	18	7	72	25	
	6	12	6	67	18	
	7	15	7	68	22	
	8	10	4	71	14	
	9	5	2	71	7	
	10	2	1	67	3	
	11	1	0	100	1	
	12	1	1	50	2	
	Всего		69	30	70	99
	Лучи	3	0	1	0	1
4		5	1	83	6	
5		16	4	80	20	
6		16	8	67	24	
7		15	7	68	22	
8		7	5	58	12	
9		6	3	67	9	
10		1	1	50	2	
11		0	1	0	1	
12		1	1	50	2	
Всего			67	32	68	99
Чешуя		3	1	0	100	1
	4	3	2	60	5	
	5	13	7	65	20	
	6	18	23	44	41	
	7	7	12	37	19	
	8	3	6	33	9	
	9	0	2	0	2	
	10	1	1	50	2	
	Всего		46	53	46	99

оценен как 5–6 лет, что маловероятно, так как не согласуется с определением по другим структурам. В то же время оценки по отолитам и спилам грудных плавников совпали полностью.

В табл. 2 представлены данные о количестве совпадений оценок возраста по разным регистрирующим структурам.

Средняя разность оценок по чешуе и по отолитам для рыб, возраст которых по отолитам оценен как 4 года, равна 0,7 года. Для особей, возраст которых по отолитам оценен как 5 лет, эта разность составляет 0,4 года. Для рыб с оценкой по отолитам 6 лет разность равна нулю, а для 7, 8 и 9 лет оценки по чешуе в среднем занижены по сравнению с оценками по отолитам на 0,6, 1,2 и 1,7 года соответственно. Так как при просмотре отолитов у особей младших возрастных групп

Таблица 2

Число совпадений определения возраста (в годах) тихоокеанской трески по различным регистрирующим структурам

Показатели	Возраст, лет										Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Чешуя, лет	Отолиты, лет										
3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
4	–	3	1	1	–	–	–	–	–	–	5
5	–	2	13	2	–	3	–	–	–	–	20
6	–	1	11	13	14	1	1	–	–	–	41
7	–	–	–	2	7	7	3	–	–	–	19
8	–	–	–	–	1	2	3	–	1	2	9
9	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	2
10	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2
Всего	1	6	25	18	22	14	7	3	1	2	
Лучи, лет	Отолиты, лет										
3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
4	–	5	1	–	–	–	–	–	–	–	6
5	–	1	18	1	–	–	–	–	–	–	20
6	–	–	6	15	2	1	–	–	–	–	24
7	–	–	–	2	15	3	2	–	–	–	22
8	–	–	–	–	4	8	–	–	–	–	12
9	–	–	–	–	1	2	5	1	–	–	9
10	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2
11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
12	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	2
Всего	1	6	25	18	22	14	7	3	1	2	
Чешуя, лет	Лучи, лет										
3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
4	–	2	3	–	–	–	–	–	–	–	5
5	–	2	9	7	2	–	–	–	–	–	20
6	–	2	8	17	9	4	1	–	–	–	41
7	–	–	–	–	8	6	5	–	–	–	19
8	–	–	–	–	3	1	2	–	1	2	9
9	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	2
10	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	2
Всего	1	6	20	24	22	12	9	2	1	2	

не всегда удастся уверенно идентифицировать первое годовое кольцо, то, вероятно, оценки возраста по чешуе более надежны. В то время как у рыб старше 6 лет на чешуе трудно различить последние годовые кольца, поэтому более надежны оценки возраста по отолитам.

В целом при сравнении оценок возраста по этим структурам оказалось, что оценки по спилам лучей совпадают с возрастом по отолитам на 72%, а оценки по чешуе — всего на 42%. Для массовых в уловах размерных групп наибольшее количество совпадений оценок оказалось для рыб длиной 50–69 см (табл. 3). С увеличением длины процент совпадений падает: в меньшей степени между отолитами и лучами, в большей — между лучами и чешуей.

Таблица 3

Процент совпадений оценок возраста по различным регистрирующим структурам от общего числа особей данной размерной группы

Показатели	Длина, см			
	50–59	60–69	70–79	80–89
Отолиты – лучи	80,9	80,9	75,0	50,0
Отолиты – чешуя	50,0	61,9	38,1	27,8
Лучи – чешуя	40,0	76,2	35,0	15,8

Нужно отметить, что нам не встречалась чешуя, на которой было бы заметно более 10 годовых колец. Значения средней длины для возрастных групп, выделенных на основании оценок возраста по отолитам и плавнику, близки, тогда как эти значения, рассчитанные на основании оценок возраста по чешуе, завышены (табл. 4).

Таблица 4

Средняя длина трески в возрастных группах, выделенных на основании оценок возраста по разным регистрирующим структурам, см

Возраст, лет	Чешуя				Отолиты				Лучи			
	1 ¹	n ²	δ ³	m ⁴	1	n	δ	m	1	n	δ	m
3	39,0	1	–	–	39,0	1	–	–	3,9	1	–	–
4	51,4	5	8,3	3,7	49,5	6	5,5	2,2	49,3	6	5,6	2,3
5	62,5	20	12,1	2,7	56,9	25	5,2	1,0	56,3	20	4,4	0,9
6	68,2	41	9,9	1,5	66,5	18	3,9	0,9	66,2	24	4,8	0,9
7	82,2	19	8,8	2,0	76,6	22	4,6	0,9	78,5	22	4,6	0,9
8	91,8	9	7,8	2,6	85,8	14	3,6	0,9	83,4	12	3,3	0,9
9	90,5	2	2,1	1,5	91,3	7	3,9	1,5	90,3	9	2,8	0,9
10	92,5	2	4,9	3,5	94,3	3	4,0	2,3	95,5	2	4,9	3,4
11	–	–	–	–	101,0	1	–	–	101,0	1	–	–
12	–	–	–	–	101,5	2	0,7	0,5	101,5	2	0,7	0,5

¹1 – средняя длина возрастной группы.

²n – количество особей.

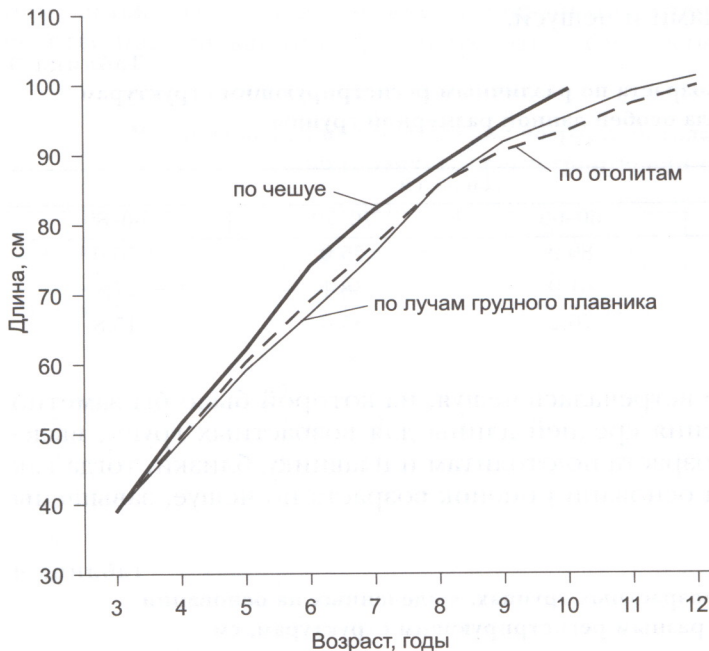
³ δ – среднее квадратичное отклонение.

⁴m – ошибка средней арифметической длины.

Вероятно, занижение оценок возраста по чешуе происходит из-за сильной сближенности годовых колец по краю чешуи. В то же время по чешуе можно достаточно надежно оценивать возраст особей младших возрастных групп трески (1–3 года). Определение возраста по спилам грудных плавников наряду с определениями по отолитам может быть рекомендовано для особей старших возрастных групп (10–14 лет), которые представлены в уловах в незначительных количествах. Оценки возраста по спилам лучей практически совпадают с оценками по отолитам, но изготовление спилов плавников при обработке массового материала

ла занимает много времени, а результат определения возраста сильно зависит от качества препарата.

Разности средних значений длины одних и тех же возрастных групп, выделенных на основании оценок возраста по отолитам и грудным плавникам, оказались во всех случаях статистически недостоверны. Так же недостоверны разности между средними длинами младших возрастных групп, выделенных по отолитам и чешуе. Достоверные различия средних длин у этих сравниваемых групп появляются у семилетних ($p < 0,01$) и восьмилетних ($p < 0,05$) рыб.



Зависимость длины тихоокеанской трески от возраста, определенного по разным регистрирующим структурам

ные регистрирующие структуры, либо не описывают используемую методику определения возраста. Таким образом, методические неточности могут существенно влиять на степень различия полученных оценок роста.

Заключение

Анализ оценок возраста, полученных по трем регистрирующим структурам, показал, что наиболее пригодны для массового определения возраста тихоокеанской трески отолиды. Однако полностью отказываться от использования других структур не следует, так как в выборках, которые берутся для определения возрастного состава уловов, присутствуют также особи крайних размерных классов.

В связи с тем, что у крупных рыб (длиной более 95 см) отолиды при разламывании крошатся или аномально кристаллизованы, для более точного определения возраста трески самых крупных и самых мелких возрастных классов следует использовать спилы плавников. Для мелких рыб с длиной тела менее 35–40 см оптимально определение возраста по чешуе и отолитам.

Литература

- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 53.— С. 3–287.
- Плохинский Н.А. 1970. Биометрия.— М.: Изд-во МГУ.— 366 с.
- Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб.— М.: Изд-во Академ. наук СССР.— 162 с.
- Яржомбек А.А. и др. 1997. Рост трески *Gadus macrocephalus* северо-западной части Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 37. Вып. 1.— С. 719–720.

Яржомбек А.А. 1998. Справочные материалы по росту рыб / Тресковые рыбы.— М.: Изд-во ВНИРО.— 43 с.

Beamish R.J. 1981. Use of section of fin-rays to age walleye pollock, Pacific cod, albacore, and the importance of this method // Trans. Am. Fish. Soc. V. 110. 2.— P. 287–299.

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. Aquat. Sci. 60.— 102 p.

Kennedy W.A. 1970. Reading scales to age Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) from Hecate Strait // J. Fish. Res. Board Can. — 27.— P. 915–922.

Ketchen K.S. 1970. An examination of criteria for determining the age of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) from otoliths // Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. — 171.— 42 p.

Kimura D.K., Lyons J.J. 1990. Choosing a structure for the production aging of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) // Bull. Int. N. Pacific Fish. Commis. — 50.— P. 9–23.

Lai H.I., Gunderson D.R., Low L.L. 1987. Age determination of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, using five aging methods. // Fish. Bull. U.S. — 85.— P. 713–723.

Westrheim S.J., Show W. 1982. Progress report on validating age determination methods for Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) // Can. S. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1670.— 41 p.

УДК 597.553.2 (571.6)

Об изменении биологических показателей кеты (*Oncorhynchus keta*) на северо-восточном побережье Камчатки

Л.О. Заварина (КамчатНИРО)

Северо-восточный район Камчатки — одно из основных мест воспроизводства кеты. Она является по значимости вторым после горбуши объектом промысла, а в годы низких подходов горбуши занимает в улове первое место.

До настоящего времени систематические наблюдения за лососями, и в том числе за кетой, в этом регионе Камчатки проводились в бассейне р. Хайлуля, находящейся практически на юге Карагинского залива, где располагается наблюдательный пункт КамчатНИРО. По остальным рекам, впадающим в этот, а также в Олюторский залив, есть данные по аэроучету лососей и отрывочные сведения Камчатрыбвода по биостатистике. К настоящему времени в КамчатНИРО накопились значительные архивные материалы, позволяющие провести анализ биологических показателей кеты и их динамики за период с 1976 по 2002 г.

Объем исследованного материала представлен в табл. 1. Весь материал собран и обработан по общепринятой методике [Правдин, 1966]. Возраст рыб определен до 1990 г. Е.Т. Николаевой. Статистическая обработка материала проведена при помощи программы Microsoft Excel.

Анализ данных по статистике уловов кеты северо-восточного побережья Камчатки показал, что ее максимальные уловы приходились на 1940-е гг. Далее наблюдается четкая тенденция их снижения и на конец 60-х — середину 70-х гг. прошлого века приходится исторический минимум уловов. На фоне введения запретов и ограничений в большинстве районов прибрежного промысла снижение уловов кеты сопровождалось сокращением численности производителей на нерестилищах (рис. 1). С конца 1970-х гг. наблюдается стабилизация и некоторый рост уловов кеты, и в 1980-е гг. они составляли в среднем около 6 тыс. т. В последнее десятилетие XX века с понижением численности нерестовых подходов кеты к северо-восточному побережью Камчатки и повышенной интенсивностью промысла снизился и пропуск рыб на нерестилища. В последние годы уловы составляют около 4–8 тыс. т, промысловая эксплуатация находится на довольно высоком уровне (70–91%), а численность производителей на нерестилищах снизилась до 49% от уровня 1957–1960 гг. и составляет 0,182–0,415 млн экз., что, на наш взгляд, является недостаточным для такого большого района Камчатки.