

УДК 597.113.4

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЗВОНКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА МИНТАЯ *THELAGRA CHALCOGRAMMA*

А. В. Буслов



Для определения возраста минтая обычно используют отолиды. Однако подсчет годовых колец по этой структуре не всегда надежен. В качестве эксперимента была выполнена попытка определения возраста по позвонкам. Годовые кольца на позвонках проявляются более отчетливо, чем на отолидах, и видны по всему периметру. Эта особенность облегчает определение возраста. Сравнение оценок возраста по отолидам и позвонкам показало практически полную сходность результатов. По позвонкам выполнены обратные расчисления длины минтая. Полученная кривая роста тесно коррелирует ($r=0,99$) с результатами многолетних эмпирических наблюдений по отолидам. Делается вывод, что позвонки пригодны для определения возраста минтая.

Проблема правильного определения возраста рыб особенно актуальна для активно эксплуатируемых видов, например минтая. В настоящее время существует несколько методик определения его возраста — по пикам на размерных кривых, путем подсчета годовых (зимних) колец на чешуе, отолидах и лучах плавников. Первый способ употребляется, как правило, для молодежи (до трех лет) и может свидетельствовать только о модалных размерах возрастной группы (Фадеев, Грицай, 1999). При сравнении методик с использованием чешуи, спилов лучей плавников и прокаленных срезов отолидов предпочтение отдается последним, так как их применение позволяет выявить наиболее старых рыб, и при этом не слишком трудоемко (Кузнецова и др., 1999; Буслов, Варкентин, 2000; Chilton, Beamish, 1982; McFarlane, Beamish, 1990). В результате, в настоящее время эта регистрирующая структура широко используется как зарубежными, так и отечественными исследователями. Однако метод подсчета годовых колец по отолидам нельзя считать оптимальным. Об этом убедительно свидетельствуют результаты совместных определений возраста на международных семинарах специалистами из разных стран, когда из десятков рыб только в нескольких случаях оценки всех операторов совпали (Report., 1991; 1998). Следовательно, проблема поиска структуры, адекватно отражающей количество прожитых лет, по-прежнему актуальна для минтая. Учитывая данное обстоятельство, мы попытались использовать для определения возраста позвонки, тем более что они применялись для других видов рыб (Правдин, 1966), и сравнить их с отолидами. Результаты этого эксперимента приводятся в настоящем сообщении.

Материал был собран в 2001 г. во время научно-промыслового рейса РТМС «Багратион». Первая проба позвонков состояла из 23 экземпляров, взятых в мае у восточного побережья Камчатки в Кроноцком заливе. Вторая проба в размере 30 экземпляров была собрана в августе в Наваринском

районе северной части Берингова моря. Позвонки коллекционировали по следующей методике. Во время биоанализа вырезали фрагмент позвоночника, состоящий из трех–четырех позвонков, расположенных сразу за черепом. Далее их разделяли, очищали от мышечной ткани, хорды, удаляли невральные дуги и парапофизы, после чего высушивали. Возраст определяли по одной из сторон позвонка при 10-кратном увеличении под биноклем «Olimpus SZ30» в падающем свете. Для подсчета годовых колец по отолидам использовали методику разлома и обжига (Report., 1991). Отолиды просматривали во время рейса, а позвонки в лабораторных условиях через двухмесячный перерыв, чтобы исключить фактор невольной подгонки результатов.

По позвонкам были выполнены обратные расчисления длины минтая (Правдин, 1966). Полученные результаты сравнили с эмпирическими данными. Для этого использовали среднюю наблюдаемую длину по возрастным группам, определенным по отолидам за последние пять лет. У восточного побережья Камчатки регулярный сбор отолидов в эти годы проводился в апреле–мае, в Наваринском районе — в июне–июле.

При статистической обработке данных использовали стандартные методики (Зайцев, 1984).

Визуальная характеристика регистрирующей структуры. По обеим структурам определение возраста проводится путем подсчета зимних колец, принимаемых за годовые. В падающем свете они выглядят более темными и узкими. Возможность четко выделять такие кольца обуславливает правильность оценок, и, как следствие, приемлемость структуры для определения возраста. В данном аспекте позвонки минтая, на наш взгляд, имеют преимущество перед отолидами. Благодаря концентрической форме, кольца хорошо читаемы и прослеживаются по всему периметру как для первых, так и для последних лет жизни (рис. 1). Этого нельзя сказать об отолидах, на которых четко видны лишь начальные годовые отметки. У рыб старше

пяти–шести лет кольца трудно проследить по всему периметру, так как они могут сливаться, исчезать, раздваиваться. В результате для их трактовки приходится часто менять ось чтения, что делает отолиды минтая практически неприемлемыми для обратных расчищений темпа роста. Кроме того, на отолидах всегда присутствует большое количество дополнительных колец и различных отметок. Данное обстоятельство затрудняет процесс определения возраста, требует значительных навыков и выработки определенных критериев для выявления годовых колец (Chilton, Beamish, 1982; Nishimura, 1998).

Общее впечатление от визуального сравнения двух структур можно конкретизировать следующим образом: на позвонках годовые кольца более доступны для идентификации, чем на отолидах. Следует сказать, что этот факт отмечали все специалисты КамчатНИРО, имеющие отношение к определению возраста минтая.

Сравнительная характеристика оценок возраста. Хорошая видимость годовых колец не гарантирует того, что регистрирующая структура адекватно отражает возраст

рыбы. Чтобы подтвердить или опровергнуть это предположение, требуется сравнить результаты экспериментальных оценок возраста с контрольными. В нашем случае это оценки по позвонкам и отолидам, соответственно.

Как видно из таблицы 1, у восточнокамчатского минтая наблюдалось полное совпадение результатов. У рыб из Наваринского района в пяти случаях отмечались расхождения в оценках на один год. Заметим, что это были относительно старые особи крупнее 50 см, и разница в один год у таких рыб может быть следствием субъективной, а не методологической ошибки. У молоди возраст по обеим структурам определен одинаково. В целом можно констатировать хорошую сходимость результатов и с достаточной долей уверенности предположить, что годовые кольца, видимые на позвонках, аналогичны таковым на отолидах.

Если это так, то биологические характеристики, связанные с возрастом, должны иметь близкие значения при использовании обеих структур. Проверим это на примере темпа роста. Зависимость «длина минтая – радиус позвонка»

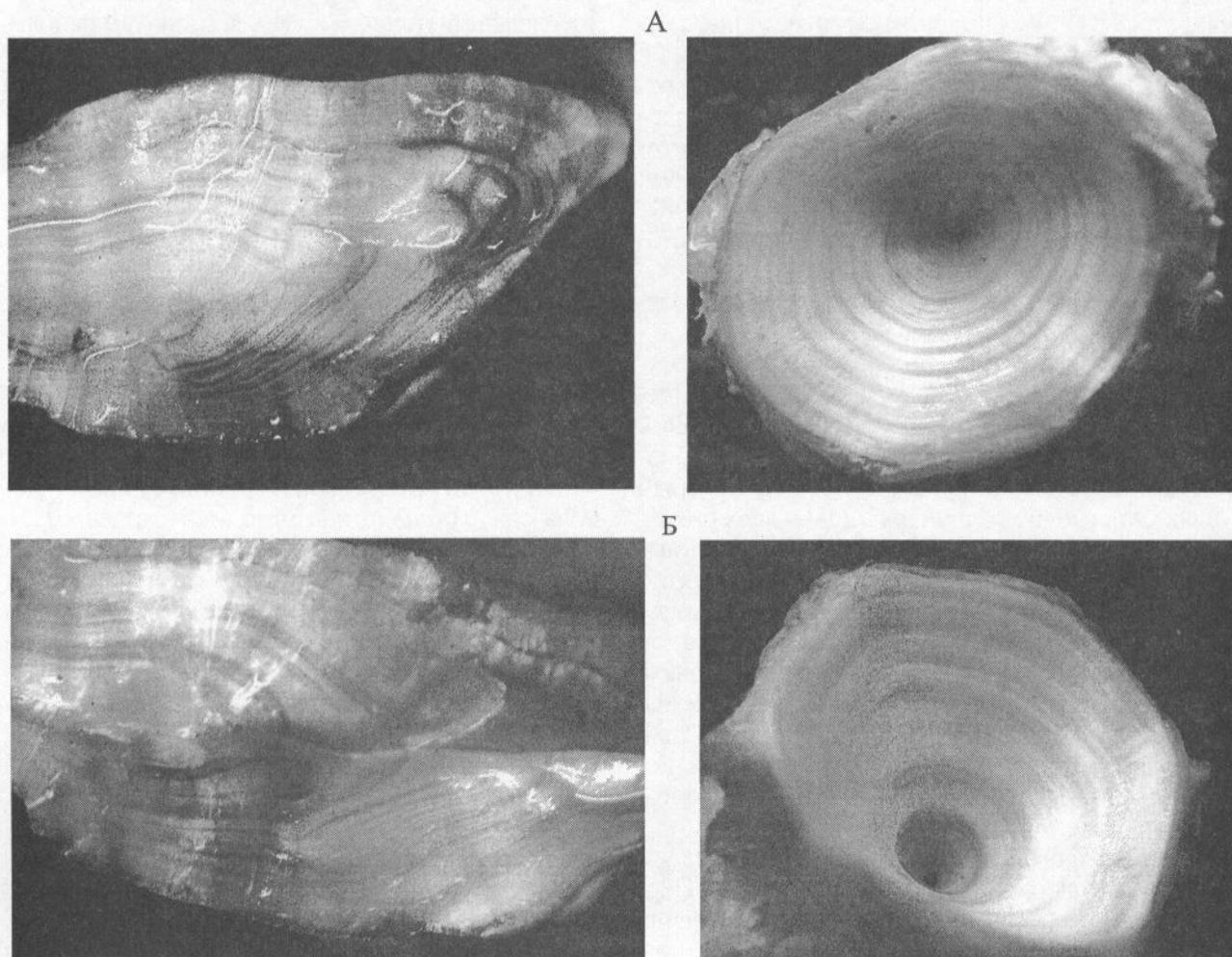


Рис. 1. Прокаленный поперечный срез отолида и позвонка минтая длиной 73 см (А) (11-годовик) и 51 см (Б) (7-годовик)

удовлетворительно описывается линейной функцией. Для восточнокамчатской и наваринской группировок коэффициенты аппроксимации (R^2) достоверны на 5% уровне значимости и составили 0,91 и 0,95, соответственно (рис. 2). Пропорциональность между длиной рыбы и радиусом позвонка, а также концентрическая форма колец с четко выраженным центром позволяют выполнить обратные расчисления длины. По полученным данным были рассчитаны параметры уравнения Бергаланфи и построены кривые роста (табл. 2, рис. 3). Характер зависимости «возраст-длина» как по эмпирическим данным, так и при расчислениях по позвонкам практически идентичен. Коэффициент корреляции (r) между кривы-

ми, построенными по разным данным, в обеих группировках составил 0,99.

Однако, сравнивая по t -критерию Стьюдента результаты обратных расчислений с наблюдаемыми величинами, можно обнаружить отличия в темпе роста, которые достоверны на 5% уровне значимости (t_{ϕ} для восточнокамчатского минтая 5,4, для наваринского — 8,7). В обоих случа-

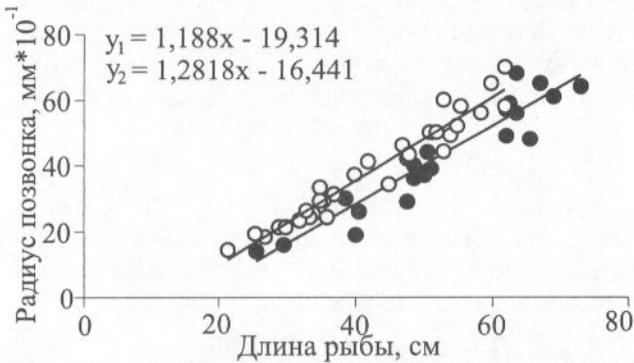


Рис. 2. Зависимость «длина рыбы – радиус позвонка» у восточнокамчатского (темные точки) (1) и наваринского минтая (светлые точки) (2)

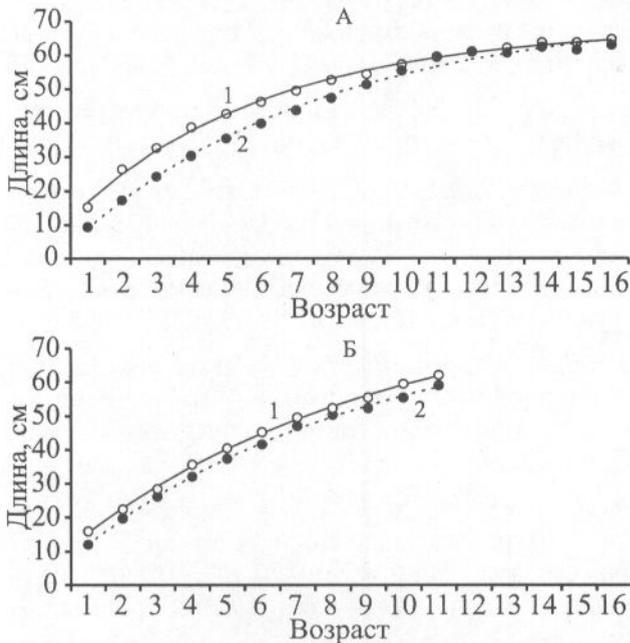


Рис. 3. Зависимость «возраст-длина» восточнокамчатского (А) и наваринского (Б) минтая по эмпирическим данным (1) и обратным расчислениям по позвонкам (2)

Примечание: Точки соответствуют эмпирическим значениям, линия — теоретическая кривая, рассчитанная по уравнению Бергаланфи

Таблица 1. Оценки возраста минтая по отолитам и позвонкам

Восточнокамчатский минтай				Наваринский минтай			
длина, см	отолит	позвонок	отклонение	длина, см	отолит	позвонок	отклонение
26	2	2	0	22	2	2	0
30	3	3	0	26	2	2	0
39	5	5	0	27	3	3	0
40	4	4	0	29	3	3	0
41	5	5	0	30	3	3	0
48	7	7	0	32	3	3	0
48	6	6	0	33	3	3	0
49	7	7	0	34	3	3	0
49	9	9	0	34	3	3	0
50	8	8	0	35	4	4	0
51	7	7	0	35	3	3	0
51	10	10	0	36	3	3	0
51	10	10	0	36	4	4	0
62	12	12	0	37	4	4	0
62	10	10	0	40	4	4	0
63	16	16	0	42	5	5	0
64	13	13	0	45	5	5	0
64	16	16	0	47	5	5	0
66	12	12	0	48	5	5	0
67	14	14	0	51	7	7	0
69	12	12	0	52	8	9	1
73	11	11	0	53	9	8	1
74	12	12	0	53	9	10	1
—	—	—	—	54	7	7	0
—	—	—	—	55	9	9	0
—	—	—	—	56	8	8	0
—	—	—	—	59	9	9	0
—	—	—	—	60	10	9	1
—	—	—	—	62	11	11	0
—	—	—	—	62	9	10	1

Таблица 2. Параметры уравнения Бергаланфи для зависимости «возраст-длина» минтая по наблюдаемым данным (отолиты) и по расчисленным (позвонки)

Параметры	Восточнокамчатская		Наваринская	
	наблюдённые данные	расчисленные данные	наблюдённые данные	расчисленные данные
K	0,175	0,138	0,111	0,120
t_0	-0,605	-0,055	-0,836	-0,399
L_{∞}	68,20	72,60	84,68	78,43

Примечание: K — коэффициент роста; t_0 — возраст, при котором длина рыбы равнялась бы 0, лет; L_{∞} — средняя асимптотическая длина рыбы, см

ях расчисленная длина меньше наблюдаемой. При этом у восточнокамчатского минтая разница уменьшается с возрастом и у самых старых рыб сходится на нет. Вероятно, такая же особенность должна быть характерна и для рыб из Наваринского района. Однако максимальный возраст в пробе достигал 11 лет, поэтому проследить тенденции в последующих классах оказалось невозможно.

Признавая (исходя из результатов сравнения), что количество прожитых лет по отолитам и позвонкам определяется одинаково, наблюдающиеся отличия должны объясняться объективными причинами. Длина, расчисленная по позвонкам, соответствует периоду формирования зимнего кольца, который протекает в декабре—феврале. Наблюдения же за фактическими размерами возрастных групп приходятся на более поздний срок — апрель—май в случае с восточнокамчатским минтаем и июнь—июль — с наваринским. За промежуток в несколько месяцев размеры рыб, безусловно, увеличиваются, что и обуславливает различия между расчисленной и наблюдаемой длиной. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что у старшевозрастного минтая расхождения уменьшаются, так как у половозрелых рыб процесс формирования зимнего кольца удлиняется за счет участия в нересте с апреля по июнь (Качина, Балькин, 1981; Антонов, Золотов, 1987).

Кроме того, расчисленная длина может быть занижена за счет «феномена Ли», который может объясняться двумя причинами. Во-первых, сужением начальных годовых колец, за счет особенностей формирования слоев роста регистрирующей структуры (Брюзгин, 1969). Во-вторых, дифференцированной смертностью, когда убыль быстрорастущих рыб значительно превышает таковую медленнорастущих (Рикер, 1979). Последнее обстоятельство характерно для минтая. Например, Л.М. Зверькова (1999) отмечает, что предельный возраст рыб быстрорастущей южноохотоморской популяции значительно меньше, чем у минтая тугорослых североохотоморских группировок.

Таким образом, различия в темпе роста, интерпретированном по двум разным регистрирующим структурам, вполне объяснимы. Следовательно, можно констатировать, что позвонки пригодны для определения возраста минтая.

Практическое применение. Позвонок в. Сделав заключение о возможности использования позвонков в качестве регистрирующей структуры, следует рассмотреть целесообразность их применения.

Процесс сбора позвонков более трудоемкий, так как большое количество времени требуется на зачистку препарата. Поэтому в ситуациях, когда для определения возрастного состава уловов

обрабатываются сотни и тысячи проб, позвонки вряд ли будут пригодны. Однако они могут использоваться в случаях, когда, например, оба отолита декальцинированы или когда требуется большая точность определения возраста у крупных (более 55 см) рыб. Кроме того, позвонки могут применяться в исследованиях, опирающихся на обратные расчисления длины.

Предложенная в работе методика определения возраста минтая по позвонкам может быть усовершенствована за счет применения различных красителей, проходящего или поляризованного света, что позволит более четко идентифицировать кольца. Следует также добавить, что по первичным наблюдениям возраст на позвонках некоторых промысловых видов рыб, таких как треска, сельдь, камбалы, читается лучше, чем на традиционно применяемых структурах. Таким образом, обсуждаемая тема видится нам перспективной и требующей продолжения исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов Н.П., Золотов О.Г. 1987. Особенности размножения восточнокамчатского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 123–131.
- Брюзгин В.Л. 1969. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев: Наукова думка. 186 с.
- Буслов А.В., Варкентин А.И. 2001. Сравнительная характеристика оценок возраста и некоторых популяционных параметров минтая при использовании чешуи и отолигов // Изв. ТИНРО. Т. 128. В печати.
- Зайцев Г.Н. 1984. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 424 с.
- Зверькова Л.М. 1999. Минтай Охотского, северной части Японского морей и сопредельных вод Тихого океана (популяционный состав, биологические особенности, динамика численности). Дис. ... док. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 50 с.
- Качина Т.Ф., Балькин П.А. 1981. Нерест минтая в западной части Берингова моря // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 63–72.
- Кузнецова Е.Н., Френкель С.Э., Кокорин Н.В. 1999. Сравнительный анализ методов определения возраста берингоморского минтая *Theragra chalcogramma* // Вопр. ихтиологии. Т. 33. Вып. 2. С. 224–232.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 375 с.
- Рикер У.Е. 1979. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб: Пер. с англ. М.: Пищ. пром-сть. 408 с.

Фадеев Н.С., Грицай Е.В. 1999. Промысел и размерно-возрастной состав минтая в северной части Берингова моря в 1995–1998 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 126. С. 237–245.

Chilton, D.E., and R.J. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studied by the ground program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. Vol. 60. 102 pp.

McFarlan, G.A., and R.J. Beamish. 1990. An examination of age determination structures of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) from five stocks in the Northeast Pacific Ocean. I.N.P.F.C. Bulletin. No. 50. P. 30.

Nishimura, A. 1998. False ring observed in the otolith of age 1 walleye pollock collected in the Bering Sea // Alaska Fish. Center Proc. Rep. Seattle, Washington. 98-04, 4 pp.

Report from Workshop on Ageing Methodology of Walleye Pollock (Theragra chalcogramma). 1991. Alaska Fish. Center Proc. Rep. Seattle, Washington. 91-06. 23 pp.

Report from Workshop on Ageing Methodology of Walleye Pollock (Theragra chalcogramma). 1998. // Alaska Fish. Center Proc. Rep. Seattle, Washington. 98-04. 27 pp.