

УДК 597.553.1

ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* VAL. В СВЯЗИ С УРОВНЕМ ЕЕ ЗАПАСА

Н. И. Науменко



Зам. дир. по науке, Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел., факс: (4152) 41-27-01; (4152) 41-27-97
E-mail: Inaumenko@kamniro.ru

СЕЛЬДЬ, ЗАПАС, ДЛИНА, МАССА, СКОРОСТЬ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

В результате проведенного исследования обнаружены биологические индикаторы, позволяющие ретроспективно судить о состоянии запасов корфо-карагинской популяции сельди. По скорости линейного и весового роста рыб все поколения вполне уверенно разделяются на две группы — быстро растущие (появились в годы среднего и низкого уровня запаса) и медленно растущие (появились в годы максимума и минимума численности). Медленно растущие поколения достаточно надежно разделяются по скорости полового созревания — ускоренно созревающие родились в период депрессии, а медленно созревающие — в годы наивысшего уровня запаса. Быстро растущие генерации разделяются по массе половых продуктов самок; лишь у поколений, появившихся в годы с низкой численностью производителей, этот показатель выше среднегодовалого значения.

VARIETY IN SOME BIOLOGICAL PARAMETERS OF KORF-KARAGINSKAYA HERRING *CLUPEA PALLASII* VAL. IN RELATION TO STOCK ABUNDANCE LEVEL

N. I. Naumenko

Deputy director, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberejnaya, 18
Tel., fax: (4152) 41-27-01; (4152) 41-27-97
E-mail: Inaumenko@kamniro.ru

HERRING, STOCK ABUNDANCE, BODY LENGTH, BODY WEIGHT, MATURATION RATE

Biological indicators to provide getting retrospective insight about stock abundance state of the Korf-Karaginskaya population of herring have been revealed as a result of provided research. It has been found that all generations can be reliably divided in their rates of fish linear and weight growth into two groups: fast-growing (in the years of moderate or poor stock abundance) and slow-growing (in the years of maximal or minimal stock abundance). The slow-growing generations can be divided reliably depending on their maturation rates: fast-maturing ones to appear in the years of depression and slow-maturing — in the years of the maximal stock abundance level. The fast-maturing generations can be divided depending on the weight of female gonads; the weight does exceed the average meaning for many years only in generations from the years of poor stock abundance.

Корфо-карагинская популяция тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* Val.), обитающая в западной части Берингова моря, является важным объектом рыболовства. История ее промысла насчитывает более 70 лет. За этот период Россией и Японией суммарно выловлено более 2,4 млн т рыб указанного стада, т. е. в среднем по 34 тыс. т ежегодно.

Всем морским сельдям, в том числе и корфо-карагинской, присущи резкие колебания численности отдельных поколений, что вызывает аналогичные по амплитуде и продолжительности изменения общего, нерестового и промыслового запасов (Качина, 1981; Науменко, 2001). Динамику численности исследуемой сельди генерализованно можно представить как следующую:

в 1940-х гг. численность и биомасса рыб сохранялись на среднем уровне;

в 1950-х гг., благодаря пополнению стада несколькими суперурожайными поколениями, запас рыб достиг исторического максимума;

в 1960-х гг., по причине чрезмерно высокой интенсивности рыболовства, биомасса сельди резко сокращалась, и вскоре популяция оказалась в численной депрессии;

вторая половина 1970-х и 1980-е гг. характеризуются как период низкого уровня всех категорий запаса;

в 1993 г. появилось самое урожайное за последние 40 лет поколение, и численность стада восстановилась до среднего уровня;

в 2000-х гг., после элиминации в силу естественных причин и промысла рыб 1993 г. рождения, вновь наступил период низкой численности.

Колебания численности стада сопровождались заметными изменениями ряда биологичес-

ких характеристик рыб (Качина, 1968, 1969, 1977; Науменко, 2001, 2002; Naumenko, 2000, 2002). К настоящему времени накоплено достаточно таких сведений и появилась возможность их комплексного анализа с целью выявления косвенных индикаторов состояния популяции. Проблема становится особенно актуальной, если учесть заметное сокращение в последние годы экспедиционных наблюдений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Первые сведения о биологических показателях корфо-карагинской сельди датируются 1937 г. (Батрагин и Немиро, 1938). В 40-е и первую половину 50-х гг. XX века собираемые в полевых условиях материалы ограничивались традиционной биостатистикой. Со второй половины 1950-х и до начала 1990-х годов наблюдения, состоящие из двух этапов — весенние и осенне-зимние, были сравнительно регулярными. Весной, с помощью икорных съежек, оценивали величину нерестового запаса и, параллельно, собирали сведения о биологическом состоянии производителей. Осенью отслеживали ход основной путины и также собирали биостатистические материалы по нагульной сельди. В текущем столетии полевые работы стали менее обширными и не ежегодными, нередко даже минимальный объем сведений получить не удавалось.

Таким образом, в работе использованы материалы, накопленные более чем за 70 лет (табл. 1).

Аналізу подвергнуты биологические характеристики производителей в возрасте от 4 до 10 лет, т. е. особей, слагающих основу промыслового и

нерестового запаса, а также нагуливающейся сельди в возрасте от 0+ до 11+.

Методики сбора и обработки первичных материалов, оценки величины всех категорий запаса и численности поколений корфо-карагинской сельди подробно изложены в нескольких наших предыдущих работах (Науменко, 1995, 2001, 2002, 2005, 2010), а также в статье М.Н. Белого (2009).

Состояние популяции оценивали в течение 72 лет по следующим грациям:

высокий уровень запаса — общая биомасса рыб всех возрастных классов, начиная с 1 года, составляет от 1,7 до 2,6 млн т, а численность производителей — от 1,35 до 3,4 млрд экз. (12 лет);

средний уровень запаса — общая биомасса составляет от 1,0 до 1,66 млн т, а численность производителей — от 0,61 до 1,34 млрд экз. (21 год);

низкий уровень запаса — общая биомасса составляет от 0,4 до 0,99 млн т, а численность производителей — от 0,21 до 0,6 млрд экз. (31 год);

депрессия — общая биомасса менее 0,4 млн т, а численность производителей — менее 0,2 млрд экз. (8 лет);

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетние изменения роста рыб служат достаточно надежным источником для оценки условий существования популяции. В частности, Т.Ф. Качина (1967, 1981) отмечала, что половозрелые рыбы высокоурожайных поколений корфо-карагинской сельди, находящиеся в условиях заметного дефицита корма, имеют минимальную длину и вес во всех возрастных группах. Появление в стаде одновременно двух–трех многочисленных генераций, что имело место в 1950-х го-

Таблица 1. Объем материалов по корфо-карагинской сельди, использованных в работе

Вид данных	Годы наблюдений	Количество лет наблюдений
Численность и биомасса общего запаса	1936–2004	69
Численность и биомасса промыслового запаса	1937–2009	73
Численность и биомасса нерестового запаса	1937–2009	73
Численность поколений (в т. ч. — расчетная)	1930–2004	75
Возраст производителей в период нереста	1937–2003	67
Длина производителей в период нереста	1937–2002	67
Масса производителей в период нереста	1937–2002	67
Масса половых продуктов самок	1937–1995*	40
Индивидуальная плодовитость самок	1938–2003*	50
Возраст нагульной сельди	1954–2002	49
Длина нагульной сельди	1954–2002	58
Масса нагульной сельди	1954–2002	58
Доля зрелых рыб по возрастным классам	1951–1996*	39
Материалы по питанию сельди	1939–1998*	52

Примечание: * — данные не ежегодные

дах, приводит к замедлению роста не только особей этих годовых классов, но и смежных с ними неурожайных поколений. Зависимость роста рыб от фактора плотности известна и для других популяций тихоокеанской сельди (Гаврилов, Посадова, 1982; Богданов, Яржомбек, 2002; Смирнов, 2009; Motoda, Hirano, 1963).

Корфо-карагинская сельдь относится к рыбам со значительной продолжительностью жизни (до 16 лет), и нередко одно и то же поколение обитает в разных условиях — например, в молодом возрасте оно является составной частью стада с высоким уровнем запаса; зрелые особи этого поколения существуют при средней численности стада; в конце жизни той же генерации состояние популяции характеризуется как численная депрессия. Весьма важно знать — каким образом изменения уровня запаса влияют на основные биологические характеристики рыб. Здесь возможны, как минимум, два сценария:

1 — темп роста закладывается в молодом возрасте и в дальнейшем не корректируется условиями существования. В данном сценарии следует группировать биологические характеристики сельди тех поколений, которые воспроизведены в период с одинаковым уровнем запаса вне зависимости от условий, в которых они окажутся в будущем;

2 — каждое существенное изменение численности популяции вызывает ответную реакцию, проявляющуюся в ускорении или замедлении роста рыб, независимо от их возраста. При таком развитии событий правильно группировать показатели рыб всех поколений, слагающих стадо в исследуемый период, независимо от того, в каких условиях они появились.

На первом этапе исследования провели простое сравнение роста сельди восьми смежных поколений: четырех, 1947–1950 гг. рождения, появившихся в период среднего уровня запаса, но в зрелом возрасте слагавших высокочисленное стадо; и четырех, 1951–1954 гг. рождения, появившихся в период высокого уровня запаса, но закончивших жизнь в условиях депрессии (рис. 1). Результат сравнения очевиден: по характеру роста исследуемые поколения отчетливо разделились на две группы: первую, с ускоренным линейным ростом, составили генерации, появившиеся в период среднего уровня запаса; вторую, с замедленным ростом, — в годы максимальной численности популяции. При этом произошедшие во время их жизни существенные колебания запаса не вызвали заметного однонаправленного изменения рассматриваемой характеристики.

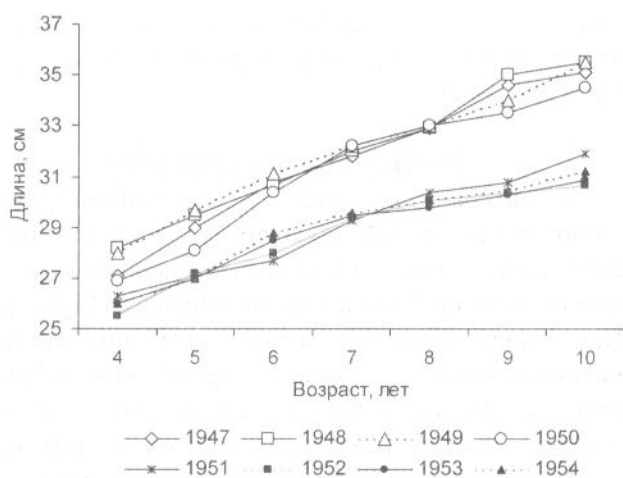


Рис. 1. Длина корфо-карагинской сельди поколений 1947–1954 гг. рождения по возрастным классам

Ранее (Naumenko, 2002) было установлено, что рост производителей сельди западной части Берингова моря определяется стартовой длиной рыб в возрасте начала полового созревания, т. е. четырехгодовиков. Результаты подобного исследования для более молодых особей приводим в настоящей работе. С этой целью, методом корреляционного анализа, выяснили тесноту связи между размерами нагульной сельди в возрастных классах от 0+ до 4+. Аналогичную процедуру проделали и с массой рыб (табл. 2). В результате анализа выяснили, что устойчивая достоверная связь между размерами рыб устанавливается начиная с возраста 2+ (трехлетнего). Связи между массой рыб по возрастным классам менее тесные, однако они также стабильно достоверны, начиная с трехлетнего возраста. Таким образом, стартовая длина и масса рыб в конце третьего года их жизни может служить индикатором будущего темпа линейного и весового роста.

Таким образом, подтверждено влияние плотности популяции корфо-карагинской сельди на важнейшие биологические характеристики рыб и установлено, что это влияние проявляется уже в мо-

Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции, характеризующих тесноту связи между длиной (над диагональю) и массой (под диагональю) нагульной сельди по возрастным классам

Возраст, лет	0+	1+	2+	3+	4+
0+		0,053	0,097	0,196	0,323
1+	0,032		0,436	0,325	0,352
2+	0,197	0,392		0,685	0,670
3+	0,389	0,420	0,499		0,589
4+	0,324	0,107	0,716	0,499	

Примечание: 0,053 — связь не достоверна; **0,499** — связь достоверна на уровне значимости 5%; **0,685** — связь достоверна на уровне значимости 1%

лодом возрасте и закрепляется на всю оставшуюся жизнь, т. е. события разворачиваются по первому сценарию.

Линейный и весовой рост

Значительная и сравнительно одинаковая длина половозрелых рыб по возрастным классам наблюдалась весной у поколений, рожденных в годы низкой и средней численности популяции (рис. 2). Наименьшие размеры отмечены у рыб поколений, появившихся в годы высокого уровня запаса. Поколения, появившиеся в период депрессии, локализовались между этими двумя крайними позициями.

Масса сельди обычно тесно коррелирует с длиной, поэтому результаты сравнительного анализа весового роста рыб исследуемых поколений оказались очень сходными с рассмотренными ранее (рис. 3).

Аналогичные действия провели с данными о длине и массе нагульной сельди (рис. 4, 5). В этом случае имеющихся первичных материалов было заметно меньше, поэтому результаты оказались несколько иными, особенно для молодых особей. Тем не менее, начиная с возраста полового созревания рыб, характер различий в длине и массе нагульной сельди в целом сопоставим с различиями, присущими нерестовой части популяции.

Созревание, масса половых продуктов, плодовитость

Анализ данных, характеризующих воспроизводительную способность популяции, проводили по тому же алгоритму.

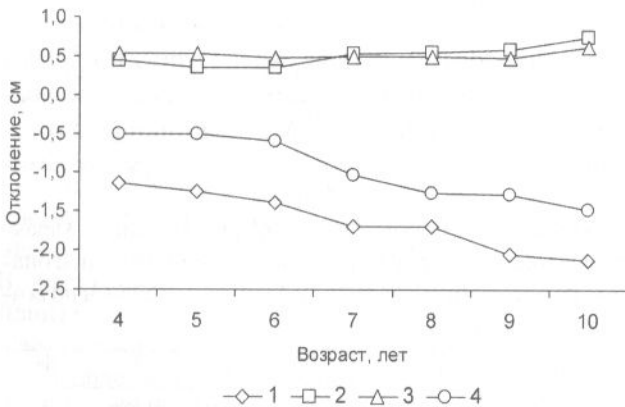


Рис. 2. Отклонения длины нерестовой корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня: 1 — поколения, появившиеся в годы высокого уровня запаса; 2 — поколения, появившиеся в годы среднего уровня запаса; 3 — поколения, появившиеся в годы низкого уровня запаса; 4 — поколения, появившиеся в период депрессии

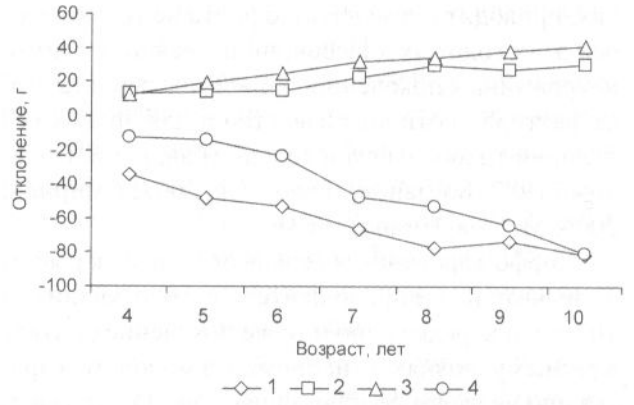


Рис. 3. Отклонения массы нерестовой корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

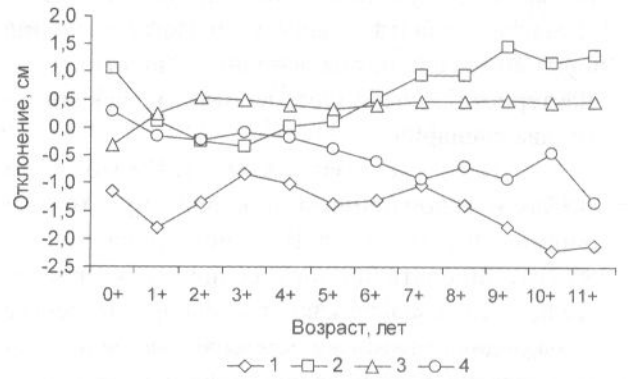


Рис. 4. Отклонения длины нагульной корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

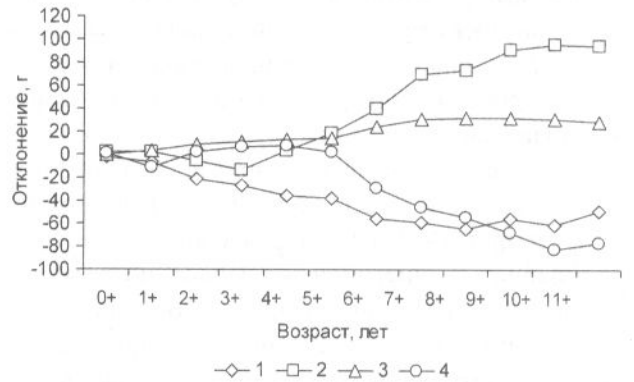


Рис. 5. Отклонения массы нагульной корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

В результате обнаружили значительные различия в скорости созревания двух групп поколений: появившихся в годы высокого уровня запаса (замедленное наступление половой зрелости) и появившихся в период депрессии (ускоренное наступление половозрелости). Следовательно, если в стаде преобладают особи с замедленным темпом

линейного роста и доля зрелых рыб в возрасте 4 года превышает 15%, а в 5 лет — 70%, то со значительной долей уверенности можно утверждать, что несколькими годами ранее уровень запаса был крайне низок. Напротив, если при тех же условиях отмечается весьма замедленное половое созревание сельди (в 4 года — не более 10% половозрелых, а в 5 — не более 65%), то численность популяции, скорее всего, находилась на высоком уровне. Заметных отличий в половом созревании рыб остальных поколений не выявили (рис. 6).

Массу гонад самок определяли на стадии зрелости 4–5, незадолго до нереста. Наблюдения имеются за 42 года, причем 22 (более половины) из них пришлось на период низкой численности популяции. Характер распределения аномалий массы гонад заметно отличается от такового всех признаков, рассмотренных ранее. Здесь совершенно определенно обособливается единственная группа поколений, рожденных в годы с низким уровнем запаса — у таких поколений самки имели гонады, масса которых во всех возрастных когортах превышала среднемноголетнюю величину (рис. 7).

Исследование индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) корфо-карагинской сельди не привело к обнаружению каких-либо новых косвенных индикаторов состояния ее запаса. Вариации этой характеристики подчинялись тем же закономерностям, что и изменчивость роста (рис. 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования получен достаточный набор инструментов для суждения об уровне состояния запасов корфо-карагинской популяции сельди:

А) по скорости линейного и весового роста рыб все поколения вполне уверенно разделяются на две группы — быстро растущие (появились в годы среднего и низкого уровня запаса) и медленно растущие (появились в годы максимума и минимума численности);

Б) медленно растущие поколения достаточно надежно разделяются по скорости полового созревания: ускоренно созревающие родились в период депрессии, а медленно созревающие — в годы наивысшего уровня запаса;

В) быстро растущие поколения разделяются по массе половых продуктов самок; лишь у поколений, появившихся в годы с низкой численностью производителей, этот показатель выше среднемноголетнего значения.

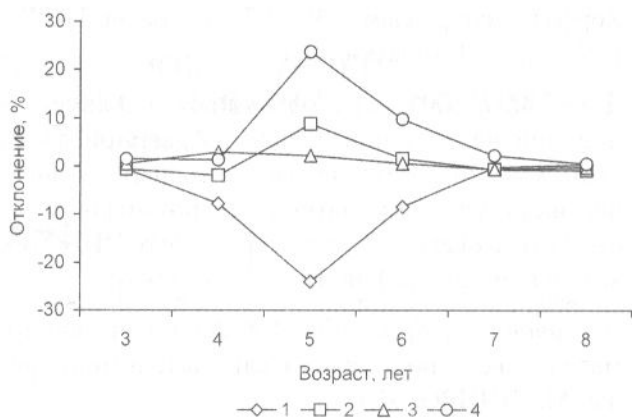


Рис. 6. Отклонения доли зрелых рыб корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

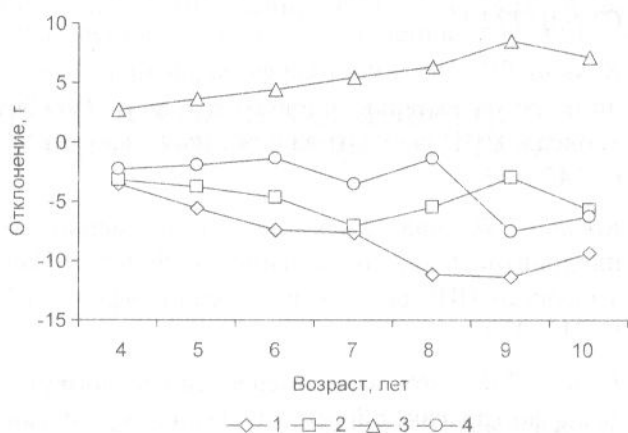


Рис. 7. Отклонения массы гонад самок корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

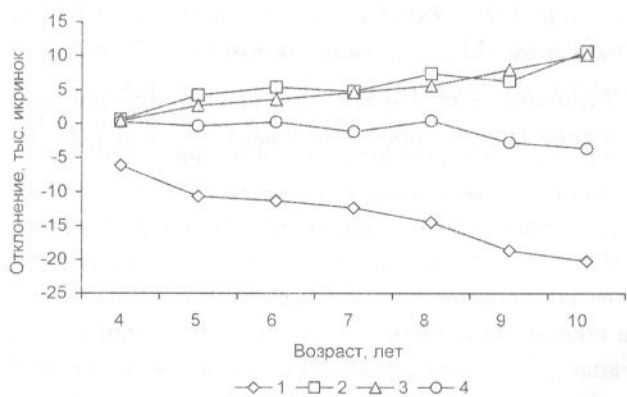


Рис. 8. Отклонения ИАП самок корфо-карагинской сельди по возрастным классам от среднемноголетнего уровня. Условные обозначения как на рисунке 2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Батрагин А.М., Немуро Е.А. 1938. Промысел и биология сельди (*Clupea harengus pallasii*) в заливе

Корфа по материалам 1936–1937 гг. // Бюлл. ТИРХа. Рыб. хоз-во Камчатки, 80 с.

Белый М.Н. 2009. К методике проведения обследований нерестилищ сельди в северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 15. С. 50–61.

Богданов Г.А., Яржомбек А.А. 2002. Справочные материалы по росту рыб: Сельдевые и миктофиды. М.: ВНИРО, 96 с.

Гаврилов Г.М., Посадова В.П. 1982. Динамика численности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii pallasii* Valenciennes (Clupeidae) залива Петра Великого // Вопр. ихтиологии. Т. 22. Вып. 5. С. 760–772.

Качина Т.Ф. 1967. Рост корфо-карагинской сельди и время закладки годового кольца // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 57. С. 142–153.

Качина Т.Ф. 1968. О некоторых закономерностях плодовитости корфо-карагинской сельди // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 64. С. 315–320.

Качина Т.Ф. 1969. Закономерности весового роста корфо-карагинской сельди // Вопр. ихтиологии. Т. 9. Вып. 5. С. 887–894.

Качина Т.Ф. 1977. Закономерности полового созревания тихоокеанской сельди // Вопр. ихтиологии. Т. 17. Вып. 2. С. 301–311.

Качина Т.Ф. 1981. Сельдь западной части Берингова моря. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 121 с.

Науменко Н.И. 1995. Методика оценки промыслового запаса и прогнозирование улова корфо-ка-

рагинской сельди // Тез. докл. III Всес. конф. по проблемам промыслового прогнозирования. Мурманск: ПИНРО. С. 102–103.

Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор, 330 с.

Науменко Н.И. 2002. О росте тихоокеанской сельди // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. С. 67–74.

Науменко Н.И. 2005. Метод промыслового использования корфо-карагинской сельди // Вопр. рыболовства. Т. 6. № 1 (21). С. 132–142.

Науменко Н.И. 2010. Динамика численности сельди *Clupea pallasii* Val. западной части Берингова моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 16. С. 140–145.

Смирнов А.А. 2009. Гижигинско-камчатская сельдь. Магадан: МагаданНИРО, 149 с.

Motoda S., Hirano Y. 1963. Review of Japanese herring investigations // Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. № 154. P. 249–261.

Naumenko N.I. 2000. Production Characteristics of Herring in the Far Eastern Seas // Herring 2000. Int. Symp. on Expectations for a New Millennium: Abstracts. Alaska Sea Grant College Prog., Univ of Alaska Fairbanks. P. 66.

Naumenko N.I. 2002. Temporal variations in size-at-age of the Western Bering Sea herring // North Pacific Marine Science Organization (PICES). PICES Scientific Report № 20. P. 37–44.