

УДК 597.553.1

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ

Н. И. Науменко



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

ВОСПРОИЗВОДСТВО, ЧИСЛЕННОСТЬ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Обсуждается уровень воспроизводства корфо-карагинской сельди в зависимости от численности и некоторых биологических показателей производителей. Установлено, что многочисленное потомство в популяции чаще появлялось в годы, когда: численность родительских особей находилась на среднем уровне (570–1400 млн рыб); в репродуктивном стаде преобладали молодые, 3–5-годовалые рыбы; упитанность производителей достаточно велика; доля самок колебалась между 45 и 50%; средняя масса икринок на 5 стадии зрелости минимальна.

SOME FEATURES OF PACIFIC HERRING REPRODUCTION IN THE GULF OF KORPH AND KARAGINSKY GULF

N. I. Naumenko

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

REPRODUCTION, STOCK ABUNDANCE, BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SPAWNERS

Reproduction of Pacific herring in the Gulf of Korph and Karaginsky Gulf in connection to abundance of the stock and some biological characteristics of spawners is discussed. It is revealed that abundant progeny appeared in the population more often in the years when parental abundance reached averagely middle level of abundance (570–1400 million fishes); young (3–5-years-old) individuals predominated in reproduction stock; index of body condition of spawners was high; females made up from 45 to 50% of the stock; average weight of egg at the 5-th stage of maturation was minimal.

Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii* Val.), наряду с минтаем и лососями, является одним из основополагающих компонентов пелагических экосистем дальневосточных морей. Она довольно многочисленна и широко расселена в окраинных морях Тихого океана. Наиболее примечательной особенностью морской формы тихоокеанской сельди является значительная, порой частая и весьма резкая, изменчивость численности и биомассы популяций, обусловленная различной урожайностью поколений. Нередко численность поколений флюктуирует с определенной периодичностью, но бывают периоды, когда подобная цикличность нарушается (Тюрнин, 1975; Науменко, 2001; Смирнов, 2009).

Для северных популяций тихоокеанской сельди (Берингово, северная часть Охотского моря) обычна короткопериодная, близкая к пятилетней, цикличность чередования разноурожайных годовых классов. Причем, на протяжении длительного периода, годы рождения многочисленного потомства совпадали в двух парах лет: у охотской с восточ-

ноберингоморской и у гижигинско-камчатской с корфо-карагинской. Аналогичные по продолжительности циклы, кроме указанных районов, обнаружены у сельдей зал. Ситка и Принца Уильямса, пролива Сеймор, островов Королевы Шарлотты, центрального побережья Британской Колумбии (Zheng, 1996).

Корфо-карагинская сельдь населяет западную часть Берингова моря. По величине продукции и уловам в первой половине 20 века она занимала третье (после сахалино-хоккайдской и охотской сельдей), а во второй половине прошлого и в начале нынешнего столетий — второе место (после охотской). Всего за все годы промысла выловлено 2,412 млн т корфо-карагинской сельди, в том числе 2,15 (89%) млн т — отечественными рыбаками.

В 1960–1990-х годах, с целью оценки величины пополнения нерестового стада, достаточно регулярно выполняли осеннюю донную траловую съемку в Карагинском и Олюторском заливах. Эти работы не позволяли достоверно определять уро-

жайность подрастающих поколений, но появление генераций численностью свыше 600 млн рыб в четырехгодовалом возрасте можно было отследить уверенно. В последние 15 лет, по разным причинам, в том числе и из-за недостаточного финансирования института, такие наблюдения не проводятся, что создает определенные трудности в оценке запаса и прогнозировании допустимых уловов. В этой связи поиск альтернативных методов представляется весьма актуальным.

Цель настоящей работы состоит в оценке влияния численности, структуры и ряда биологических характеристик производителей корфо-карагинской сельди на уровень ее воспроизводства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы материалы по корфо-карагинской сельди, накопленные в лаборатории морских рыб ФГУП «КамчатНИРО» с 1937 по 2003 гг. Вне обозначенного периода наблюдения были не ежегодными, фрагментарными, нередко не удавалось собрать даже традиционную биостатистику. Методики сбора и обработки первичных данных, оценки величины нерестового запаса и численности поколений подробно изложены в серии наших предыдущих работ (Науменко, 1995, 2001, 2002, 2005, 2010, 2011).

Аналізу подвергнуты биологические характеристики производителей (длина, вес, упитанность, возрастной состав, соотношение полов) в связи с уровнем воспроизводства популяции (табл. 1).

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

Вид данных	Годы наблюдений	Количество лет наблюдений
Численность и биомасса нерестового запаса	1937–2003	67
Численность поколений (в т. ч. расчетная)	1937–2003	67
Возрастной состав производителей в период нереста	1937–2003	67
Длина производителей в период нереста	1937–2003	67
Масса производителей в период нереста	1937–2003	67
Индивидуальная плодовитость самок	1951–2003	53
Упитанность производителей	1939–2003	65
Доля самок в нерестовом стаде	1951–2003	53
Средняя масса икринок на 5-й стадии	1957–2002	46

Масса икринок в ястыках самок на 5-й стадии зрелости рассматривается впервые. Для ее определения из различных частей ястыка отбирали, как правило, три произвольные пробы, взвешивали их вместе на высокоточных весах, далее подсчитывали количество икринок в общей пробе. Делением массы пробы на количество икринок находили среднюю массу одной икринки в пробе. В данной работе использовали две величины, характеризующие этот показатель: среднюю арифметическую для семи возрастных групп сельди (с 4- до 10-годовалого возраста) и среднюю взвешенную относительно возрастного состава. Подобные материалы имеются за 46 лет, т. е. они вполне достаточны для объективного анализа.

В качестве индикатора, характеризующего уровень воспроизводства, использовали отношение численности поколения в возрасте четырех полных лет к численности производителей. Степень урожайности годовых классов определяли по следующему принципу: суперурожайное поколение — численность в четырехгодовалом возрасте превышает 1 млрд рыб; урожайное — от 501 до 1000 млн; неурожайное — 251–500 млн; чрезвычайно неурожайное — 5–250 млн. Статистические расчеты выполнены на ПЭВМ в пакетах программ Microsoft «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На протяжении почти 40-летнего периода (вторая половина 1930-х – первая половина 1970-х годов) в популяции корфо-карагинской сельди отмечена определенная (квазипятилетняя) периодичность чередования поколений, различающихся численностью. Повышенной численностью в это время обладали генерации, появившиеся в первом–втором и шестом–седьмом (восьмом) годах десятилетий (рис. 1). Однако если в первую половину (1937–1950 гг.) указанного промежутка времени разница в степе-

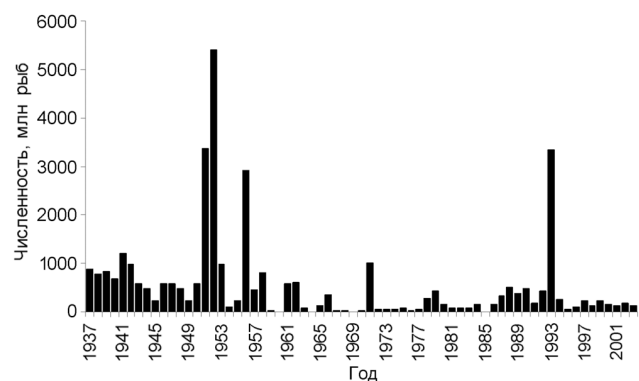


Рис. 1. Численность поколений корфо-карагинской сельди в четырехгодовалом возрасте

ни урожайности поколений была не очень велика (максимальная численность поколения 1941 г. рождения превышала минимальную численность поколения 1945 г. рождения немногим более чем в 5 раз), то во вторую половину такие различия стали огромными — численность поколений, рожденных во вторых годах десятилетия (2017 млн рыб), превышала численность поколений, рожденных в десятых годах десятилетия (19 млн рыб), на два порядка (рис. 2).

Начиная с 1976 г., какая-либо периодика в чередовании урожайности годовых классов исчезла. В течение 28 лет (1976–2003 гг.) в популяции появилось лишь одно многочисленное потомство, 1993 г. рождения. Интервал времени между двумя последними генерациями повышенной численности (1971 и 1993 гг.) составил 22 года.

Численность производителей. В ихтиологических исследованиях соотношение числа потомков и числа родителей нередко описывают зависимостью Риккера (1971). Куполообразные кривые воспроизводства также характерны для некоторых популяций тихоокеанской сельди — сахалино-хоккайдской, восточноберингоморской, охотской, британоколумбийских (Taylor, 1964; Yang, 1964; Науменко, 1980, 1991; Тюрнин, Елкин, 1977).

У корфо-карагинской сельди подобная связь также прослеживается, причем она достоверна на 1%-ном уровне значимости, но коэффициент корреляции в данном случае весьма невелик ($r=0,325$), что свидетельствует о слабой тесноте связи. Оптимальной при этом признается нерестовый запас в объеме 573–1400 млн рыб (Качина, 1975, 1981; Науменко, 2001). За все годы на-

блюдений (67 лет) в 26 случаях (38,8%) родительское стадо находилось в оптимальных границах. В этот период в популяции появились 4 суперурожайных и 10 урожайных поколений. Следовательно, в периоды оптимума нерестового запаса вероятность появления обильного потомства максимальна — суммарно 53,9% (табл. 2). Тем не менее, средний индекс воспроизводства и вероятность появления генераций, превосходящих родительское стадо, наиболее велики в годы с минимальным запасом, что в сущности является необходимым условием для куполообразных кривых воспроизводства.

Доля самок в нерестовом стаде — второй признак, который оказывает определенное влияние на успешность воспроизводства корфо-карагинской сельди. На протяжении всего периода исследований доля самок на нерестилищах изменялась от 40,9 до 59,3%, т. е. весьма значительно (рис. 3).

Многолетними наблюдениями установлено, что как дефицит, так и преобладание в репродуктивной части стада самок не способствуют расширенному воспроизводству. Оптимум этого структурного показателя находится между 45,1 и 50% (табл. 3). При таком соотношении полов вероятность появления суперурожайного поколения составляет 16,7%, а урожайного — 11,8% (суммарно — 28,5%).

Таблица 2. Соотношение между численностью родительского стада корфо-карагинской сельди и ее воспроизводством

Показатель	Численность производителей, млн рыб			
	20–200	201–572	573–1400	1401–3400
Число лет наблюдений	11	18	26	12
Средний индекс воспроизводства	1,119	0,701	0,887	0,25
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	128	245	887	526
Вероятность расширенного воспроизводства, %	45,5	27,8	19,2	8,3
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	0	5,6	15,4	8,3
Вероят. появления урожайного потомства %	0	22,2	38,5	25

Примечание: здесь и в следующих таблицах выделены максимальные значения

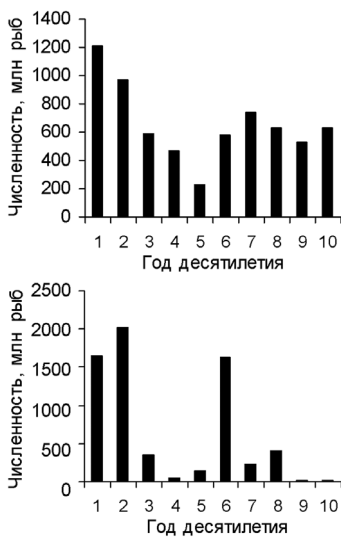


Рис. 2. Численность поколений корфо-карагинской сельди в четырехгодовалом возрасте по годам десятилетия (верхний рисунок — 1937–1950 гг.; нижний — 1951–1975 гг.)

Возрастной состав родительского стада — следующий структурный признак, в немалой степени определяющий успех воспроизводства. Наиболее благоприятные условия для расширенного воспроизводства наблюдались в годы, когда в репродуктивной части стада доминировали молодые, в большей степени впервые созревающие рыбы 3–5-годовалого возраста (табл. 4). Соответственно, по мере уменьшения среднего возраста рыб в нерестовом запасе увеличивается вероятность расширенного воспроизводства и появления генераций повышенной урожайности (табл. 5).

Влияние всех остальных рассмотренных нами показателей возрастного состава (доля рыб среднего и старшего возраста, доля модальной возрастной группы, индекс разнообразия возрастной структуры стада) не очевидно.

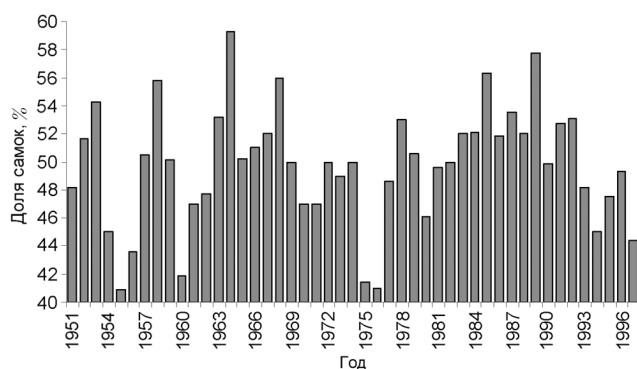


Рис. 3. Доля самок в нерестовом стаде корффо-карагинской сельди

Таблица 3. Соотношение между долей самок в нерестовом стаде корффо-карагинской сельди и ее воспроизводством

Показатель	Доля самок, %			
	40,1–45	45,1–50	50,1–55	55,1–60
Число лет наблюдений	8	18	22	5
Средний индекс воспроизводства	0,498	1,069	0,723	0,583
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	477	572	482	240
Вероятность расширенного воспроизводства, %	25	27,8	27,3	20
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	12,5	16,7	4,5	0
Вероят. появления урожайного потомства, %	0	11,8	6,7	18,2

Масса икринок в половых продуктах самок корффо-карагинской сельди, находящихся в преднерестовом состоянии, в каждом конкретном году зависит от их возраста (длины, массы). Однако в межгодовом аспекте этот показатель колеблется значительно и довольно синхронно во всех возрастных категориях, т. е. нередко средняя масса икринок молодых рыб в одном году заметно превышает

Таблица 4. Соотношение между долей в нерестовом стаде корффо-карагинской сельди молодых, 3–5-годовалых особей и ее воспроизводством

Показатель	Доля в нерестовом стаде молодых рыб			
	0–10	11–30	31–55	56–100
Число лет наблюдений	23	19	14	11
Средний индекс воспроизводства	0,786	0,761	0,807	1,31
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	313	738	351	807
Вероятность расширенного воспроизводства, %	13	26,3	28,6	45,5
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	0	10,5	7,1	27,3
Вероят. появления урожайного потомства, %	26,1	31,6	14,3	0

Таблица 5. Соотношение между средним возрастом рыб в нерестовом стаде корффо-карагинской сельди и ее воспроизводством

Показатель	Средний возраст, лет			
	4,9–6,0	6,1–7,0	7,1–7,5	7,6–9,2
Число лет наблюдений	13	17	21	16
Средний индекс воспроизводства	1,14	0,492	0,818	0,667
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	735	368	710	268
Вероятность расширенного воспроизводства, %	38,5	17,6	2,8	25
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	23,1	5,9	9,5	0
Вероят. появления урожайного потомства, %	0	23,5	33,3	18,8

ет аналогичный показатель у более старших особей в другом году. Для иллюстрации этого приводим межгодовую динамику изменчивости средней массы икринок пяти- и девятигодовалых самок (рис. 4). Наиболее успешным воспроизводство сельди было в годы, когда средневзвешенная относительно возрастного состава масса икринок была наименьшей (табл. 6).

Упитанность производителей — последний признак, оказывающий определенное влияние на воспроизводство. Как и все биологические характеристики корфо-карагинской сельди, он претерпевает значительные межгодовые колебания (рис. 5).

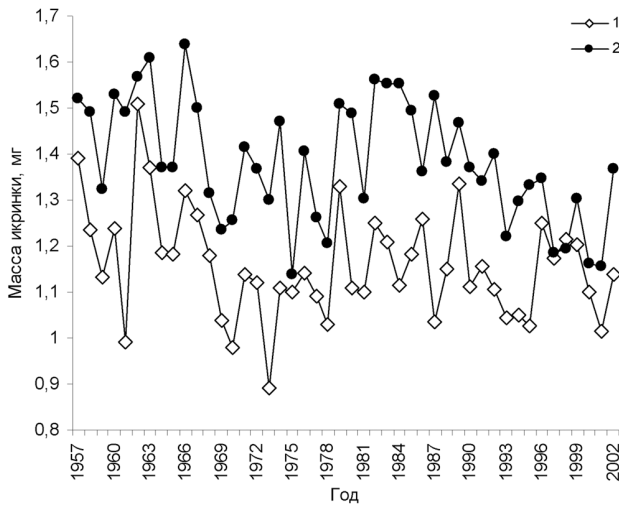


Рис. 4. Межгодовая динамика средней массы икринок корфо-карагинской сельди. 1 — пятигодовалые самки; 2 — девятигодовалые самки

Таблица 6. Соотношение между средневзвешенной относительно возрастного состава массой икринок у самок корфо-карагинской сельди и ее воспроизводством

Показатель	Средняя масса икринки, мг			
	1,00–1,15	1,151–1,30	1,31–1,45	1,451–1,60
Число лет наблюдений	12	12	16	6
Средний индекс воспроизводства	1,156	0,614	0,405	0,832
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	490,5	174,6	205	262,2
Вероятность расширенного воспроизводства, %	33,3	33,3	18,8	16,7
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	16,7	0	0	0
Вероят. появления урожайного потомства, %	0	16,7	6,2	16,7

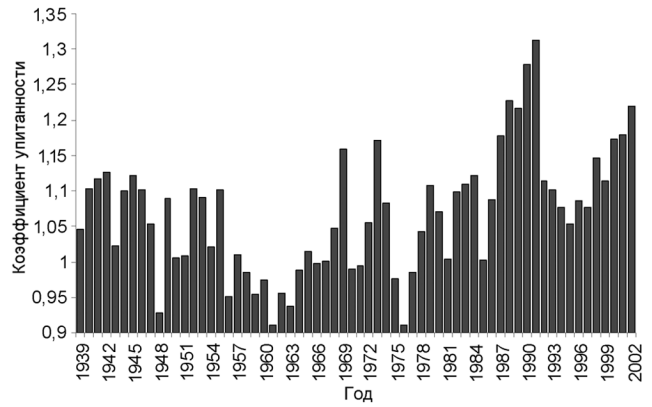


Рис. 5. Динамика упитанности (по Фультону) производителей корфо-карагинской сельди

Наиболее успешным воспроизводство было в годы с относительно высокой упитанностью производителей (табл. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетнего мониторинга корфо-карагинской сельди установили, что уровень ее воспроизводства зависит от множества факторов, как внешних, так и внутривидовых. Выявлены шесть параметров, которые оказывали заметное влияние на вероятность появления поколений повышенной урожайности: численность родительского стада (оптимум находится между 573 и 1400 млн рыб); доля самок в нерестовом запасе (оптимум находится между 45,1 и 50%); доля молодых производителей (количество 3–5-годовалых особей в стаде не менее 56%);

Таблица 7. Соотношение между упитанностью (по Фультону) производителей корфо-карагинской сельди и ее воспроизводством

Показатель	Коэффициент упитанности			
	0,901–1,00	1,001–1,10	1,101–1,2	1,201–1,3
Число лет наблюдений	15	24	20	5
Средний индекс воспроизводства	0,579	0,434	0,956	1,855
Средняя численность потомков в возрасте 4 года, млн рыб	466	387	760	344
Вероятность расширенного воспроизводства, %	20	8,3	30	80
Вероят. появления суперурожайного потомства, %	13,3	4,2	15	0
Вероят. появления урожайного потомства, %	20	16,7	15	20

средний возраст производителей (не более 6 лет); масса икринок в ястыках самок, находящихся в преднерестовом состоянии (не более 1,15 мг); упитанность (коэффициент упитанности по Фультону не менее 1.1). Все суперурожайные генерации появились в популяции в годы, когда она характеризовалась не менее чем тремя указанными выше благоприятными признаками. Последнее такое поколение, 1993 г. рождения, появилось при одновременном сочетании всех шести благоприятных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Качина Т.Ф.* 1975. Количественная связь родительских и дочерних стад у тихоокеанской сельди // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 97. С. 21–35.
- Качина Т.Ф.* 1981. Сельдь западной части Берингова моря. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 121 с.
- Науменко Н.И.* 1980. Количественная связь родительского стада и потомства восточноберингово-морской сельди // Рыбохоз. исслед. умеренных вод Тихого океана. Владивосток: ТИНРО. С. 111–116.
- Науменко Н.И.* 1991. Некоторые закономерности воспроизводства корфо-карагинской сельди // Исследование биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. Камчатское отд. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. I. Ч. I. С. 198–209.
- Науменко Н.И.* 1995. Методика оценки промыслового запаса и прогнозирование улова корфо-карагинской 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. 140–145.
- Науменко Н.И.* 2005. Метод промыслового использования корфо-карагинской сельди // Вопр. рыболовства. Т. 6. С. 67–74.
- 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.
- Науменко Н.И.* 2011. Изменчивость некоторых биологических параметров корфо-карагинской сельди *Clupea pallasii* Val. в связи с уровнем ее запаса // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 20. С. 23–28.
- Риккер Р.Е.* 1971. Сопоставление двух кривых воспроизводства // Рыб. хоз-во. № 3. С. 16–21, № 4. С. 10–13.
- Смирнов А.А.* 2009. Гижигинско-камчатская сельдь. Магадан: МагаданНИРО, 149 с.
- Тюрнин Б.В.* 1975. Структура нерестовой популяции сельди северо-западной части Охотского моря и биологические основы прогнозирования улова. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 23 с.
- Тюрнин Б.В., Елкин Е.Я.* 1977. Некоторые биологические основы регулирования промысла охотской сельди // Биол. ресурсы морей Дальнего Востока. Владивосток. С. 14–17.
- Taylor F.H.C.* 1964. Life history and present status of British Columbia herring stocks. Bull. Fish Res. Board Can. № 143, 81 p.
- Yang R.* 1964. On the parent-progeny relationship, considering the variation of geographical distributions of Hokkaido herring (*Clupea pallasii* C. et V.) // Nippon suisan gakkaisi. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 30. № 3. P. 239–247.
- Zheng J.* 1996. Stock-recruitment relationship and recruitment patterns for forage fish stocks // Forage fishes in marine ecosystems. University of Alaska Sea Grant College Program. Rep. № 97-01. P. 365–382.