

УДК 597-146.53

## УТОЧНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ НЕПОЛОВОЗРЕЛОСТИ КЕТЫ И НЕРКИ

С. Б. Городовская, В. И. Шершнева



Получены первые данные, характеризующие особенности строения гонад и содержания в них химических веществ (жир, вода, белки, минеральные вещества) у неполовозрелых самок и самцов кеты и нерки, находящиеся в скоплениях вместе со зрелыми особями, совершающими преднерестовые миграции. В качестве критерия незрелости половых желез кеты и нерки предложено считать: у самок — показатель содержания воды в гонадах выше 70%, у самцов — показатель содержания минеральных веществ ниже 2,0% для кеты и ниже 3,0% для нерки. Предложены поправки и дополнения к существующей таблице определения незрелых рыб на основе новых материалов гистологических и биохимических исследований.

**S. B. Gorodovskaya, V. I. Shershneva.** More accurate improvement of immature state criteria for chum and sockeye salmon // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 9. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2007. P. 122–130.

First data have been obtained on structural peculiarities of gonads and chemical composition of gonad content (fat, water, proteins, mineral substances) of immature females and males of chum and sockeye salmon both persisting in mixed aggregations jointly with mature individuals undertaking prespawning migrations. The criterion of immature state of gonads of chum and sockeye salmon suggested is: for the females — the index of water content in gonads 70% at least, and for males — the index of the content of mineral substances less than 2,0% (chum salmon) and less than 3,0% (sockeye salmon). Some corrections and additions have been provided on the base of new data of histological and biochemical researches into the identification table of immature fish currently existing.

На современном этапе популяционных исследований биологии тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* практический интерес для рыбохозяйственной науки представляет решение вопросов распределения, биологического состояния особей и динамики вылова в морских промысловых скоплениях. В скоплениях лососей, облавливаемых японскими и российскими дрейфтероловами в прикамчатских водах в весенне-летний период анадромной миграции, наряду с особями, готовыми к нересту, всегда присутствуют и неполовозрелые (Бирман, 1967, 1985; Бугаев, 2003а, 2003б). Миграции лососей эшелонированы, тыльные части потоков представлены — за исключением горбуши и кижуча — незрелыми рыбами, совершающими кормовые миграции к районам шельфа и позднее возвращающимися на океанические пастбища. При оперативной оценке мощности нерестовых подходов лососей, на основе дрейфтерного мониторинга в море, арьергардный характер миграций незрелых рыб играет определенную роль. Появление и нарастание количества незрелых рыб в преднерестовых нагульных скоплениях в исключительной экономической зоне России является признаком истощения текущего запаса зрелой части стад в море. Динамика этого показателя дает основание для оперативных суждений о длительности и сроках завершения подходов рыб к берегу (Ерохин и др., 2006).

Разделение на нерестовую и транзитную составляющие стад имеет значение для текущих и перспективных оценок запаса при комплексных траловых съемках, выполняемых по национальным и международным программам изучения тихоокеанских лососей (Шунтов и др., 1995; Helle et al., 2004).

Неполовозрелых рыб оценивали, в основном, по размерам тела рыб и массе гонад. В последние годы наблюдается увеличение размерно-весовых показателей у кеты и нерки (Zavarina, Antonov, 2001; Бугаев, Бугаев, 2003; Заварина, 2004). Существующие критерии зрелости (Ishida et al., 1961; Материалы СЯРК, 1962; Иевлева, 1964) оказываются недостаточными для удовлетворительной оценки доли неполовозрелых рыб в морских скоплениях и, как следствие, зачастую ведут к ошибке в учете численности рыб зрелой части нагульного стада и недоучету численности рыб последующих лет нереста.

Разногласия в определении доли неполовозрелых рыб послужили причиной для возобновления исследований особенностей развития половых желез с помощью гистологического и биохимического методов. Настоящая статья посвящена изучению состояния половых желез кеты и нерки в период анадромной миграции лососей. Целью работы является поиск гистологических и биохимических показателей для уточнения критериев степени зрелости гонад этих видов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы результаты химического и гистологического анализа гонад от одних и тех же особей лососей, отловленных в период весенне-летнего нагула. Материалы собраны в ходе научно-исследовательских экспедиций на российских дрейфтерных судах в июне–июле 2000 г. и в июне–августе 2001–2003 гг. в Петропавловск-Командорской подзоне (координаты: 51°21'–54°00' с. ш., к востоку от побережья Восточной Камчатки до 167°11' в. д.).

Сбор и обработка проб проводились стандартными методами (Лав, 1976; Волкова, Елецкий, 1982; Shershneva, 1991). При изучении под микроскопом Olympus гистологических препаратов самок кеты и нерки просчитывались и измерялись ооциты разных стадий развития. Проведено 4100 измерений диаметра ооцитов на 586 препаратах (табл. 1). Фотографии изготовлены при иммерсионном и малом увеличении микроскопа с помощью измерительно-анализационного комплекса, в состав которого входит цифровая фотокамера Leica. Изображения обработаны в программе Optimas 6,5.

Химическому анализу были подвергнуты гонады лососей, собранные в 2000–2003 гг. (табл. 1). Статистическая обработка результатов химического анализа проведена стандартными методами (Лакин, 1980). Расчет коэффициентов корреляции и оценку их достоверности производили непосредственно по значениям сопряженных признаков, т. е. без группировки выборочных данных в вариационные ряды (при  $P > 0,99$ ). В работе, для уточнения критериев зрелости гонад лососей, использованы материалы, собранные в 2002–2003 гг.

Таблица 1. Объем обработанного материала (экз.)

Годы	Гистология		Биохимия	
	нерка	кета	нерка	кета
2000	36	49	53	104
2001	76	54	170	181
2002	55	48	160	71
2003	125	143	224	180
всего	292	294	607	546

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С 1993 г. в морских экспедициях наблюдатели использовали данные, приведенные в таблице «Критерии для определения половозрелых лососей по массе гонад (г)» (Ishida et al., 1961; Иевлева, 1964). Максимальная масса гонад незрелых самок кеты и нерки составляет 15,0–20,0 г в июне и до 25,0 г в июле. Максимальная масса гонад половозрелых самцов кеты в июне не превышает

5,0 г, нерки — 3,0 г, а в июле — 8,0 г и 5,0 г, соответственно (табл. 2).

При определении доли половозрелых особей кеты и нерки в нагульных скоплениях не учитывались особенности развития клеток половых желез лососей. Данные, полученные нами на основании анализа гистологических и химических материалов, собранных от одних и тех же особей (2000–2001 гг.), показали, что масса гонад половозрелых самок и самцов кеты и нерки превышала показатели, приведенные в таблице 2. Так, по данным 2000–2001 гг., масса гонад половозрелых самок изменялась от 35 г (гонадосоматический индекс, ГСИ — 1,59) в июне до 95 г (ГСИ — 4,32) в июле, а самцов — от 5 г (ГСИ — 0,24) до 20 г (ГСИ — 0,69), соответственно (Городовская, Шершнева, 2004).

Таблица 2. Критерии для определения половозрелых лососей по массе гонад (г)

Период	Вид			
	Кета		Нерка	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Май				
3-я декада	<15,0	<2,0	<15,0	<2,3
Июнь				
1-я декада	<15,0	<2,0	<15,0	<2,5
2-я декада	<20,0	<3,0	<20,0	<3,0
3-я декада	<25,0	<5,0	<20,0	<3,0
Июль				
1-я декада	<25,0	<7,0	<25,0	<3,0
2-я декада	<25,0	<8,0	<25,0	<5,0
3-я декада	<25,0	<8,0	<25,0	<5,0

## Кета

Основу скоплений кеты, нагуливавшей в прикамчатских водах северо-западной части Тихого океана (СЗТО) в весенне-летний период 1999–2003 гг., составляли особи в возрасте 3+ (до 41% в июне и до 57% в июле) и 4+ (до 40% в июне и 37% в июле).

Из данных, приведенных в отчетах наблюдателей, работавших на дрейфтерных судах по программам мониторинга тихоокеанских лососей, следует, что в мае незрелые самки и самцы кеты (как и нерки) не превышали 2% от количества пойманных рыб. Доля половозрелых самцов в июне 2002 г. составляла 33%, в июле достигала 29%, в июне 2003 г. — 50%, в июле того же года — 31%, в августе — 42%. В аналогичный период 2003 года доля половозрелых самок была значительно ниже, нежели самцов, не превышая 11% в июне и 13% в июле. В июне 2002 г. незрелых самок кеты в уловах не было выявлено, что вызывает сомнение. По нашему мнению, это объясняется несовершен-

ством «Критериев для определения доли неполовозрелых лососей...» (табл. 2), в которой масса гонад занижена.

Комплексный анализ состояния генеративной системы с учетом данных по химическому составу тканей и их микроструктуре показывает, что незрелые особи всегда присутствовали в скоплениях мигрирующих рыб. Так, в 2002–2003 гг. доля неполовозрелых особей в возрасте 3+ и 4+ изменялась от 66% в июне до 82% в июле. Среди неполовозрелой кеты встречались шестилетки (5+), количество которых, как и в 1997 г., достигало 25% (Zavarina, Antonov, 2001; Заварина, 2004).

Анализ материалов показал, что особенностью гистологического строения ооцитов в яичниках неполовозрелых самок кеты является слабый процесс вакуолизации, который захватывает лишь периферическую и околядерную зоны плазмы; слияния вакуолей в жировые капли не обнаружено (рис. 1А и 1Б). В таких яичниках было отмечено большое количество ооцитов в фазе превителлогенеза. Подобное строение ооцитов соответствует II, II–III стадиям развития (Городовская, Шершнева,

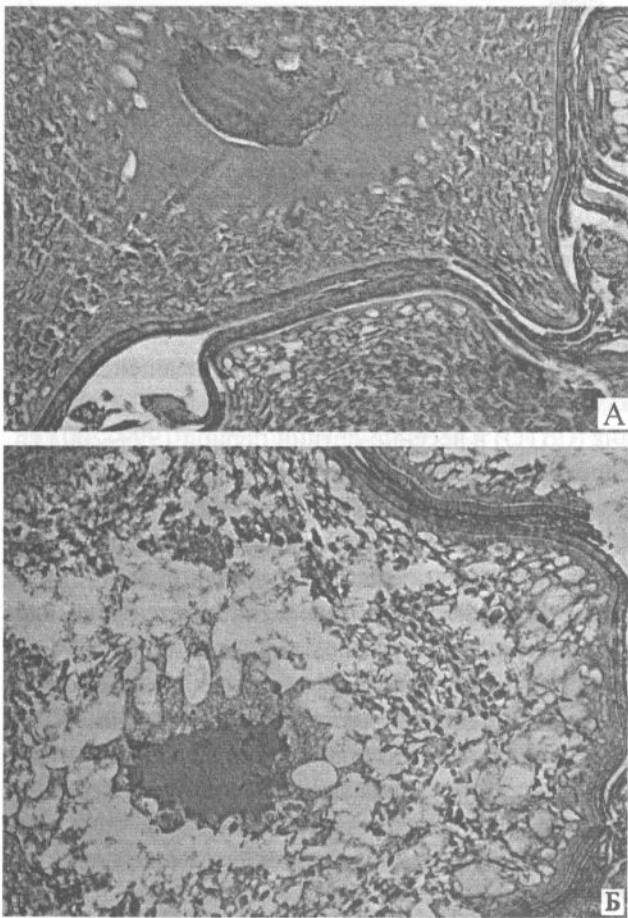


Рис. 1. Срез ооцита кеты (ув. 10×20): жировые вакуоли заполняют А — периферическую часть ооплазмы; Б — околядерную часть ооплазмы

2004). С мая по июль масса гонад таких самок изменялась от 11,0 г (ГСИ — 0,80) до 46,0 г (ГСИ — 2,11).

В процессе формирования и развития клеток в половых железах масса гонад увеличивается. Выявленная связь между массой гонад и гонадосоматическим индексом незрелых самок кеты всех возрастов оказалась прямой и сильной ( $r \pm m = +0,99 \pm 0,03$ ). Здесь и далее:  $r$  — коэффициент корреляции,  $m$  — ошибка коэффициента;  $P > 0,99$ . Диаметр ооцитов в яичниках незрелых самок изменялся от 188 мкм в мае до 215 мкм в августе. Связь диаметра ооцитов с массой гонад незрелых самок кеты всех возрастных групп оставалась, как и по материалам 2000–2001 гг., тесной ( $r \pm m = +0,76 \pm 0,02$ ), так же, как и между диаметром ооцитов и ГСИ ( $r \pm m = +0,78 \pm 0,01$ ).

В июне–июле 2002 г. неполовозрелые самки кеты были представлены особями в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5+ (табл. 3). В июне 2002 г. масса гонад незрелых самок изменялась от 17,2 г (возраст 3+) до 50,3 г (возраст 5+). Наименьшее значение гонадосоматического индекса, равного 0,97, было у самок в возрасте 3+, а наибольшее 1,87 — у самок старших возрастов (4+ и 5+). В июне 2003 г. масса гонад незрелых самок составляла 17,5 г (возраст 2+) и 23,2 г (возраст 3+). ГСИ этих самок лишь незначительно превышал 1,0.

Обменные процессы, протекающие в клетках яичников неполовозрелых особей, направлены на аккумуляцию энергетических веществ (в основном жира), необходимых для дальнейшего развития половых желез. В июне и июле 2002–2003 гг. содержание жира в гонадах самок всех возрастов было невысоким и колебалось в возрасте 2+ от 4,67% в июне и 1,33% в июле, в возрасте 3+ от 4,38% до 4,76%, в возрасте 4+ — от 6,57% до 10,55%.

В августе 2003 г., по мере нагула самок в их гонадах увеличивалось содержание жира до 7,18%

Таблица 3. Качественные показатели гонад самок кеты разного возраста в летний период 2002–2003 гг.

Показатель	Месяц	2+		3+		4+		5+
		2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002
Масса гонад, г	VI	32,0	17,5	17,2	23,2	48,0	—	50,3
	VII	32,0	—	19,5	—	68,7	20,0	—
	VIII	—	15,0	—	32,5	—	—	—
ГСИ	VI	1,78	1,13	0,97	1,14	1,85	—	1,87
	VII	2,17	—	1,13	—	2,29	1,08	—
	VIII	—	1,20	—	1,59	—	—	—
Вода, %	VI	77,22	78,81	77,61	81,25	71,62	—	74,79
	VII	74,00	—	74,94	—	70,59	80,27	—
	VIII	—	81,38	—	78,24	—	—	—
Жир, % сырого вещества	VI	4,67	4,67	4,38	3,44	6,57	—	9,28
	VII	1,33	—	4,76	—	4,40	10,55	—
	VIII	—	7,18	—	9,36	—	—	—



(возраст 2+) и до 9,36% (возраст 3+). По-видимому, как снижение, так и повышение содержания жира (как энергетического вещества) в гонадах самок связаны, в первую очередь, с перераспределением энергии для формирования и развития структурных элементов в клетках половых желез. Выявленная связь между уровнем жировых накоплений и содержанием воды в яичниках неполовозрелых самок в период нагула (июнь–август) оказалась сильной ( $r \pm m = -0,73 \pm 0,03$ ).

Характерная особенность химического состава яичников неполовозрелых самок заключалась в высоком содержании воды. В июне 2002 г. содержание воды в гонадах самок младшего возраста (3+) было выше, нежели у самок старшего возраста (4+), и составляло 77,61% и 71,62%, соответственно. В июне 2003 г. наблюдалась иная картина: в гонадах самок младшего возраста содержалось меньше воды (74,23%) в сравнении с самками старшего возраста, у которых было отмечено 78,08% (табл. 3). В июле–августе, как и в июне, содержание воды в гонадах незрелых самок всех возрастных групп было значительно выше 70% (табл. 4). Содержание воды в половых железах половозрелых самок кеты не превышало эту величину (рис. 2). Так как гонадосоматический индекс, учитывающий массу гонад и массу тела (без внутренностей) является наиболее простым определяемым показателем (в морских экспедициях), мы рассчитали величину ГСИ в зависимости от химических и гистологических показателей гонад. Наиболее высокий коэффициент корреляции был выявлен между ГСИ и содержанием воды в незрелых половых железах самок кеты всех возрастов в 2002–2003 гг. Эта связь оказалась отрицательной ( $r \pm m = -0,96 \pm 0,09$ ) с высокой степенью достоверности ( $P > 0,99$ ). Таким образом, показатель содержания воды в гонадах самок выше 70% мы

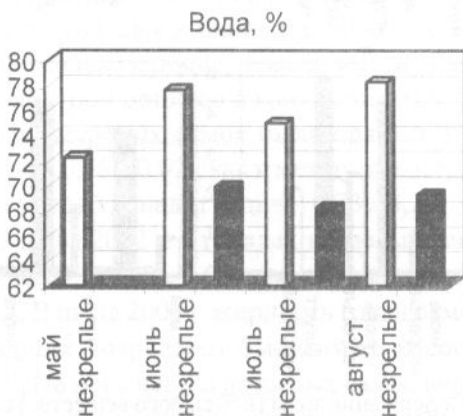


Рис. 2. Изменение содержания воды в гонадах самок кеты в мае 2000–2001 гг. и июне–августе 2002–2003 гг. (светлые столбики — неполовозрелые особи, темные — половозрелые)

рассматриваем в качестве одного из критериев их незрелости, на основании чего и была построена таблица 4. В таблице 4, как и в таблицах 6, 8, 10, приведены максимальные значения показателей массы гонад и гонадосоматического индекса незрелых половых желез самок и самцов.

Таблица 4. Поправки к критериям для определения неполовозрелых самок кеты

Месяц	Масса гонад, г	ГСИ	Вода, %
Май	13,74	0,84	77,27
Июнь	34,89	1,47	76,46
Июль	38,96	1,84	75,26
Август	45,50	2,11	75,50

Неполовозрелые самцы кеты были представлены особями в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5+ (табл. 5).

В половых клетках таких самцов присутствовали ампулы, заполненные сперматогониями, которые имели четкие границы (рис. 3А). Наряду с крупными первичными сперматогониями присутствовали и мелкие сперматогонии последующих порядков, а границы ампул кое-где были разрушены (рис. 3В). Это свидетельствует о том, что в семенниках протекал процесс размножения сперматогоний, предшествующий волне активного сперматогенеза (II стадия развития). В июле в клетках семенников отмечено едва начавшееся формирование одиночных сперматозоидов первого порядка, и границы ампул незначительно разрушились. Основная масса ампул в семенниках отличалась слабой сформированностью, что соответствовало II, II–III стадиям зрелости.

Особенностью химического состава семенников незрелой кеты является низкое содержание

Таблица 5. Качественные показатели гонад самцов кеты разного возраста в летний период 2002–2003 гг.

Показатель	Месяц	2+		3+		4+		5+
		2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002
Масса гонад, г	VI	3,2	–	1,6	4,1	3,7	4,2	–
	VII	30,0	0,9	24,8	7,3	12,0	13,4	–
	VIII	–	1,1	–	1,5	–	1,9	–
ГСИ	VI	0,18	–	0,08	0,21	0,21	0,48	0,16
	VII	1,15	0,06	1,54	0,31	0,60	0,51	–
	VIII	–	0,08	–	0,06	–	0,07	–
Вода, %	VI	83,85	–	79,77	84,06	94,00	84,74	83,17
	VII	85,75	84,67	82,91	84,78	82,32	84,61	–
	VIII	–	86,56	–	86,09	–	84,49	–
Жир, % сырого вещества	VI	1,39	–	0,52	2,20	1,20	1,70	1,43
	VII	1,80	0,50	1,33	1,04	1,82	11,20	–
	VIII	–	0,48	–	0,77	–	0,82	–
Зола, % сырого вещества	VI	0,41	–	0,92	1,08	0,79	1,98	1,52
	VII	1,23	0,90	0,96	1,01	1,93	1,62	–
	VIII	–	1,05	–	1,24	–	1,64	–

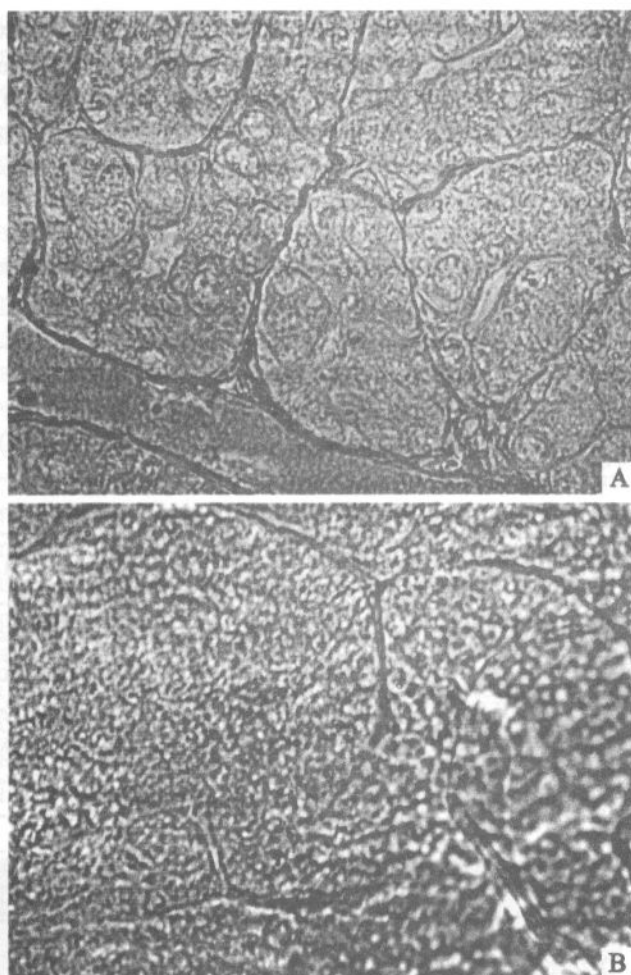


Рис. 3. Срез семенника кеты (ув. 40×22): А — сперматогонии в спокойном состоянии, собраны в ампулы; В — начало активного сперматогенеза, границы ампул кое-где разрушены, видны более мелкие сперматоциты первого порядка

жира, которое колеблется в пределах 0,48–2,2% у 95% самцов, за исключением группы пятилеток (июль 2003 г.), у которых оно составляло 11,2% (табл. 5).

Содержание воды в гонадах как неполовозрелых, так и зрелых самцов всех возрастных групп довольно высокое и варьирует в пределах 75–94%. Нами была предпринята попытка найти связь между отдельными показателями химического состава семенников кеты и степенью развития клеток семенников для определения зрелости половых желез самцов. Диапазоны содержания воды и жира у зрелых и незрелых рыб перекрывались, вариабельность была незначительной. Поэтому в качестве индикатора незрелости гонад самцов эти два показателя мало приемлемы.

Содержание минеральных веществ в семенниках незрелых самцов кеты всех возрастных групп повышается от июня к августу. Так, в июне 2002 г. содержание минеральных веществ в незрелых

гонадах самцов в возрасте 2+ составляло 0,41% и увеличилось почти втрое в июле (до 1,23% сырого вещества). Содержание минеральных веществ в гонадах самцов старших возрастных групп (3+, 4+ и 5+) превышало 1%. Как ранее отмечал Лав (1976), увеличение общего количества минеральных веществ связано с периодом интенсивного роста рыб. Относительное количество минеральных веществ в зрелых половых железах самцов кеты превышает 3% (Городовская, Шершнева, 2004).

По нашим данным (рис. 4), если в июле в гонадах самцов кеты (масса гонад более 14 г, ГСИ — 0,69) содержание минеральных веществ не превышает 2,0%, то такие самцы не будут участвовать в нересте данного года, так как в клетках их семенников не начался интенсивный процесс сперматогенеза. Между гонадосоматическим индексом и содержанием минеральных веществ (% сырого вещества) в гонадах самцов всех возрастных групп существует тесная связь ( $r \pm m = +0,89 \pm 0,02$ , при  $P > 0,99$ ). Показатель содержания минеральных веществ в гонадах самцов и связанный с ним ГСИ были выбраны в качестве критерия для определения незрелых половых желез самцов кеты (табл. 6). Таким образом, в летний период нагула характерным признаком обменных процессов, протекающих в организме неполовозрелых самок кеты, является высокое содержание воды, а самцов — низкое содержание минеральных веществ и жира.

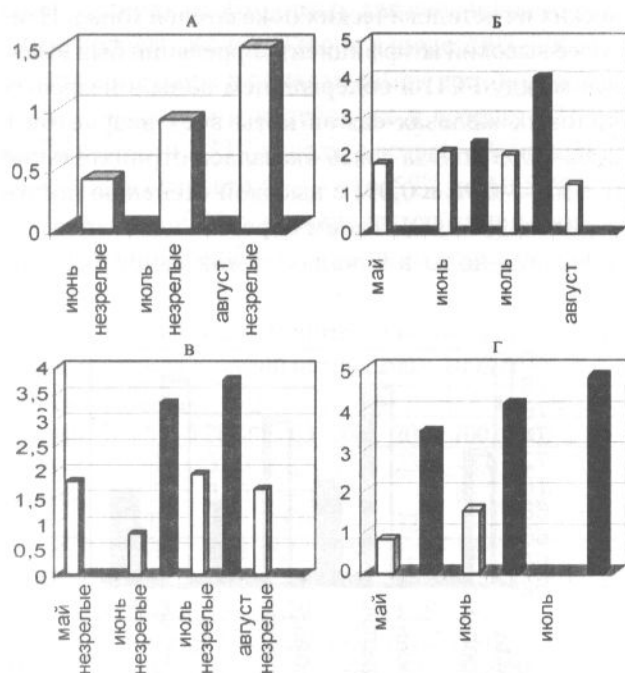


Рис. 4. Содержание золы (в % сырого вещества) в семенниках кеты возраста 2+ (А), 3+ (Б), 4+ (В) и 5+ (Г) в летний период 2002–2003 гг. Светлые столбики — неполовозрелые, темные — половозрелые рыбы

Таблица 6. Поправки к критериям для определения половозрелых самцов кеты

Месяц	Масса гонад, г	ГСИ	Зола, % сырого вещества
Май	3,72	0,19	1,22
Июнь	4,07	0,20	1,18
Июль	14,73	0,69	1,77
Август	1,49	0,07	1,31

### Нерка

В весенне-летний период 2000–2003 гг. в прикамчатских водах северо-западной части Тихого океана нагуливалась нерка различных стад. В мае–августе основа нерестовых скоплений нерки представлена особями в возрасте .3+, которые составляют более 55% количества выловленной нерки (Бугаев, 2003).

В июне 2002–2003 гг. доля половозрелых самок нерки не превышала 14%, в июле она увеличилась до 23%, а в августе — до 41%. Половозрелые самцы нерки составляли 23% (в мае — 2%), в июле увеличились до 27%, а в августе достигли 43,6%. Как и в предыдущие годы, определение доли половозрелой нерки в морских уловах дрейферными сетями проводилось согласно данным, приведенным в таблице 2.

В наших материалах 2002–2003 гг. морской возраст половозрелых самок нерки составлял .1+, .2+ и .3+. В июне 2002 г. масса гонад незрелой нерки изменялась от 6,40 г (.2+) до 24,9 г (.3+), а ГСИ этих самок составлял 0,64 и 1,35, соответственно. В июле 2003 г. масса гонад половозрелой нерки изменялась от 2,46 г (ГСИ=0,43) до 12,94 г (ГСИ=0,88) и в августе изменялась от 2,78 г (.1+, ГСИ=0,47) до 72,95 г (.3+, ГСИ=3,86).

В гонадах половозрелой нерки строение ооцитов, находящихся на различных ступенях вителлогенеза, аналогично таковому кеты (см. рис. 1). Диаметр ооцитов в яичниках незрелой нерки изменялся от 163 мкм в июне до 190 мкм в августе и был несколько меньше, нежели у кеты. Связь между диаметром ооцитов и гонадосоматическим индексом незрелых самок была прямой и сильной ( $r \pm m = +0,76 \pm 0,02$ ), как и между диаметром ооцитов и массой гонад ( $r \pm m = +0,73 \pm 0,20$ ).

В июле 2002 г. в гонадах незрелых самок (.1+, .2+) было отмечено невысокое содержание жира — 4,95%. В июле 2003 г. жирность гонад самок нерки (младших возрастов) была ниже и составляла 3,79%. По мере нагула незрелых самок нерки группы .3+ половые железы содержали больше жира, относительное количество которого достигало в августе 8,70% в 2002 г. и 13,37% в 2003 г.

В июне–августе в клетках яичников половозрелой нерки содержалось большое количество воды, превышающее 70%. Содержание воды у рыб с массой гонад до 13 г было выше 80%. Между содержанием воды в гонадах самок нерки и ее гонадосоматическим индексом установлена сильная связь ( $r \pm m = -0,91 \pm 0,01$ ,  $P > 0,99$ ), что позволило считать показатель содержания воды в гонадах самок выше 70% одним из критериев незрелости половых желез самок нерки (табл. 7, рис. 5).

Присутствие в нагульных скоплениях (14 августа 2003 г.) 4 незрелых самок нерки в возрасте .3+ является подтверждением того, что показатель содержания воды в гонадах выше 70% и связанный с ним ГСИ, предложенные нами в качестве критерия незрелости половых желез самок, выбраны правильно. Средняя масса гонад данных самок составляла 72,9 г, ГСИ — 3,86, а содержание воды — 70,61%. Гистологический анализ половых желез этих самок показал, что ооциты только перешли к периоду вителлогенеза. В яичниках нерки протекал процесс вакуолизации периферической цитоплазмы, и только 20% ооцитов имели жировые вакуоли, которые обнаруживались в околоядерной зоне цитоплазмы. Основная масса вакуолей была небольшого размера и правильной округлой формы. Процесс слияния вакуолей в жировые капли не наблюдался. Диаметр ооцитов составлял 180 мкм. Поскольку процесс созревания половых желез самок довольно продолжителен (Иевлева, 1968), данные особи были отнесены нами к группе «не созревающих» в данном году.

Так как корреляционный анализ показал сильную связь ( $r \pm m = -0,91 \pm 0,01$ ) между содержанием воды в гонадах самок нерки и гонадосоматическим индексом. Поэтому принимаем содержание воды в гонадах самок выше 70% важным критерием их незрелости (табл. 8).

Таблица 7. Качественные показатели гонад половозрелых самок нерки в летний период 2002–2003 гг.

Показатель	Месяц	.1+		.2+		.3+	
		2002	2003	2002	2003	2002	2003
Масса гонад, г	VI	8,6	—	6,4	—	24,9	71,3
	VII	—	2,5	—	12,5	54,5	12,9
	VIII	—	2,8	—	3,6	—	72,9
ГСИ	VI	0,86	—	0,64	—	1,35	3,45
	VII	—	0,43	—	1,39	2,77	0,88
	VIII	—	0,47	—	2,31	—	3,86
Вода, %	VI	81,47	—	81,66	—	74,30	73,11
	VII	—	84,8	—	80,79	74,29	80,84
	VIII	—	83,87	—	70,11	—	70,61
Жир, % сырого вещества	VI	3,20	—	1,88	—	8,70	11,99
	VII	—	3,79	—	4,16	4,95	4,29
	VIII	—	7,25	—	10,67	—	13,37



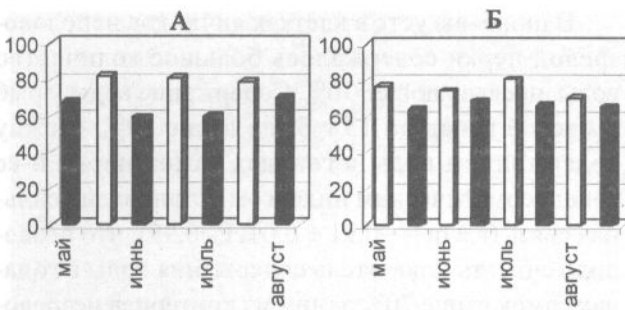


Рис. 5. Содержание воды (%) в гонадах самок нерки возраста .2+ (А) и возраста .3+ (Б) в летний период 2002–2003 гг. Светлые столбики — неполовозрелые, темные — половозрелые рыбы

Морской возраст неполовозрелых самцов нерки составлял .1+, .2+, .3+ и .4+ (табл. 9, рис. 6А, Б). Микроскопический анализ гонад самцов нерки показал, что в половой железе присутствовали по 3–5 сперматогоний в ампулах. Ампулы имели четко выраженные границы и щелевидные просветы в середине. Также наблюдалось строение семенников, в которых более мелкие сперматогонии были собраны в ампулы; границы таких ампул кое-где разрушились. Процесс формирования сперматозоитов только начинался, основная масса ампул была заполнена сперматогониями, границы ампул четко очерчены. Половые железы неполовозрелых самцов нерки находились во II, II–III стадиях развития (рис. 3А, Б).

В июне 2002 г. масса половых желез незрелых самцов в возрасте .2+ составляла 3,03 г (ГСИ=0,18), в возрасте .3+ — 3,11 г (ГСИ=0,14), а в июле 0,70 г (ГСИ=0,04) и 0,60 г (ГСИ=0,04), соответственно. В июне масса гонад самцов в возрасте .4+ составляла 4,50 г (ГСИ=0,19) (табл. 9). В июне 2003 г. масса гонад незрелых самцов нерки в возрасте .2+ составляла 0,77 г (ГСИ=0,05), в возрасте .3+ — 15,63 г (ГСИ=0,08) и в возрасте .4+ — 25,0 г (ГСИ=0,77). В июле масса гонад незрелых самцов всех возрастных групп была невелика (до 2,0 г). В августе масса гонад самцов в возрасте .1+ составляла 0,20 г (ГСИ=0,05), в возрасте .2+ — 23,50 г (ГСИ=1,34) и в возрасте .3+ — 16,06 г (ГСИ=0,77).

В 2002–2003 гг. содержание воды в гонадах незрелых самцов младших возрастных групп .1+ и .2+ увеличилось с 79,35% до 86,50%, гонады неполовозрелых самцов нерки старших возрастов

Таблица 8. Поправки к критериям для определения неполовозрелых самок нерки

Месяц	Масса гонад, г	ГСИ	Вода, %
Май	26,23	1,69	82,24
Июнь	27,75	1,46	77,66
Июль	33,50	2,08	77,55
Август	39,14	2,17	77,24

Таблица 9. Качественные показатели гонад неполовозрелых самцов нерки в летний период 2002–2003 гг.

Показатель	Месяц	.1+		.2+		.3+		.4+	
		2003	2002	2003	2002	2003	2003		
Масса гонад, г	VI	–	3,0	0,8	3,1	15,6	4,5		
	VII	0,3	0,7	0,9	0,6	1,1	–		
	VIII	0,2	–	23,5	–	16,1	–		
ГСИ	VI	–	0,18	0,05	0,14	0,58	0,19		
	VII	0,06	0,04	0,08	0,04	0,06	–		
	VIII	0,05	–	1,34	–	0,77	–		
Вода, %	VI	–	83,52	82,07	82,09	83,71	80,93		
	VII	82,21	80,95	83,68	80,39	82,81	–		
	VIII	86,50	–	79,35	–	88,69	–		
Жир, % сырого вещества	VI	–	2,09	0,83	1,59	1,83	2,23		
	VII	0,79	0,86	1,25	0,41	0,89	–		
	VIII	1,44	–	4,00	–	2,82	–		
Зола, % сырого вещества	VI	–	1,51	1,31	1,23	2,92	1,66		
	VII	1,03	0,32	0,64	0,76	0,54	–		
	VIII	1,76	–	2,33	–	2,99	–		

(.3+ и .4+) содержали более 80% воды. Вариабельность этого показателя у всех возрастных групп (табл. 9) была незначительной.

Жирность гонад самцов была невелика и снижалась от 2,09% (возраст .2+) и 1,59% (возраст .3+) в июне до 0,86 и 0,41% в июле 2002 г., соответственно. Диапазон изменений содержания жира в гонадах незрелых самцов нерки в 2003 г. также был незначительным (табл. 9).

Анализ биохимического состава гонад неполовозрелых самцов нерки показал, что содержание

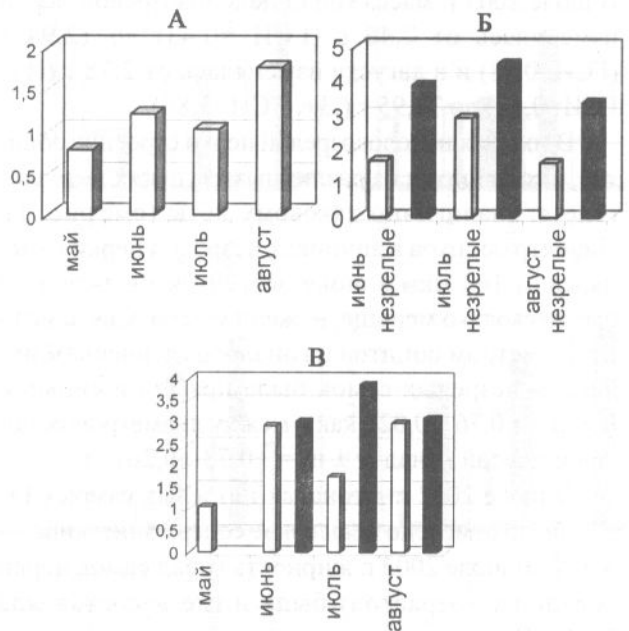


Рис. 6. Изменение содержания золы (в % сырого вещества) в гонадах самцов нерки возраста .1+(А); .2+ (Б); .3+ (В) в летний период 2002–2003 гг. Светлые столбики — неполовозрелые, темные — половозрелые

минеральных веществ в их семенниках увеличивается в соответствии с ростом массы гонад (рис. 6).

По аналогии с самцами кеты, были рассчитаны коэффициенты корреляции между содержанием минеральных веществ (% сырого вещества) и гонадосоматическим индексом самцов нерки, с привлечением ранее полученных биохимических и гистологических материалов. Была выявлена сильная положительная связь этих показателей у всех возрастных групп ( $r \pm m = +0,89 \pm 0,02, P > 0,99$ ). Таким образом, если в августе содержание минеральных веществ в гонадах незрелых самцов нерки не превышает 3,0%, а ГСИ — не выше 1,04, то такие самцы не будут принимать участие в нересте в данном году (табл. 10, рис. 6).

Таблица 10. Поправки к критериям для определения неполовозрелых самцов нерки

Месяц	Масса гонад, г	ГСИ	Зола, % сырого вещества
Май	3,33	0,13	0,98
Июнь	4,95	0,29	1,90
Июль	14,73	0,48	2,02
Август	16,51	1,04	2,99

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ гистологических и биохимических материалов показал необходимость совместного изучения клеточной структуры и химического состава половых желез кеты и нерки в разные сроки их нагульной и преднерестовой миграции. Авторы предлагают дополнить таблицу 2 новыми данными, основанными на результатах гистологических и биохимических исследований.

Согласно М.Я. Иевлевой (1964, 1968), границей, отделяющей созревающих самок кеты и нерки от неполовозрелых особей, может служить гонадосоматический индекс, равный 0,9–1,1. По результатам проведенных работ, гонадосоматический индекс неполовозрелых самок кеты изменялся от 0,97 до 2,29, а ГСИ нерки — от 0,43 до 3,86 (табл. 11). Масса гонад самцов кеты и нерки со слабым развитием семенников (что соответствовало II–III стадии) составляла как 1,64 г (ГСИ=0,08), так и 37,0 г (ГСИ=2,08).

В лабораторных условиях предлагается принять в качестве критерия неполовозрелости самок кеты и нерки показатель содержания воды в гонадах выше 70%, а самцов — содержание минеральных веществ (кеты <2,0%; нерки <3,0). В полевых условиях в период анадромной миграции лососей для определения неполовозрелых особей основываться на массу гонад и показатель ГСИ из таб-

лицы 11, которые были скорректированы в процессе проведения исследований.

## БЛАГОДАРНОСТИ

В сборе материалов участвовали сотрудники лаборатории морских исследований лососей КамчатНИРО В.П. Смородин, Л.Ф. Урусова, А.В. Морозова; сотрудники лаборатории динамики численности лососей Ж.Х. Зорбиди, Л.О. Заварина и научный сотрудник ВНИРО Н.В. Кловач. Данные о возрасте кеты были любезно предоставлены сотрудниками лаборатории динамики численности лососей КамчатНИРО Л.О. Завариной, о возрасте нерки — А.В. Бугаевым. Всем, принимавшим участие в сборе гистологических и биохимических проб (мышц и гонад) в морских экспедициях, авторы выражают искреннюю благодарность.

Таблица 11. Существующие критерии (А) для определения неполовозрелых лососей по массе гонад (г) и гонадосоматическому индексу и предлагаемые поправки (Б)

Вид, пол	Май		Июнь		Июль		Август
	А	Б	А	Б	А	Б	Б
Кета:	самки	<15,0 (0,84)*	<25,0 (1,47)	<35,0 (1,84)	<25,0 (2,11)	<40,0	<45,0
	самцы	<2,0 (0,19)	<3,5 (0,20)	<5,0 (0,70)	<8,0 (0,07)	<15,0	1,9
Нерка:	самки	<5,0 (1,69)	<26,0 (1,46)	<20,0 (2,08)	<28,0 (2,17)	<25,0 (2,08)	<34,0 (2,17)
	самцы	<2,3 (0,13)	<3,3 (0,29)	<3,0 (0,48)	<5,0 (1,04)	<5,0	<7,5 (1,04)

\* в скобках — величина гонадосоматического индекса

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бирман И.Б. 1967. О межвидовых отношениях тихоокеанских лососей в море // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. LVII. С. 3–24.
- Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики численности стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат, 208 с.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка. М.: Колос, 464 с.
- Бугаев А.В., Бугаев В.Ф. 2003. Многолетние тенденции промысла и динамики численности азиатских стад нерки *Oncorhynchus nerka* // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 134. С. 101–119.
- Бугаев А.В. 2003а. Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных вод Тихого океана в период преднерестовой миграции. Сообщение 3 (Оценка промыс-



лового изъятия) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 132. С. 204–229.

Бугаев А.В. 2003б. Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций. Сообщение 2 (Пространственное и темпоральное распределение) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 132. С. 178–203.

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 304 с.

Городовская С.Б., Шершнева В.И. 2004. Гистологическая и биохимическая характеристики гонад неполовозрелых особей кеты и нерки в период анадромных миграций // Матер. Междунар. конф. «Современные пробл. физиологии и биохимии водных организмов». Петрозаводск: Ин-т биологии КарНЦ РАН. С. 37–38.

Ерохин В.Г., Декиштейн А.Б., Синяков С.А. 2006. Опыт оперативного прогнозирования подходов горбуши и нерки Камчатки по материалам морского дрейфтерного мониторинга их анадромных потоков // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИПРО-центр. Бюлл. № 1. С. 237–248.

Заварина Л.О. 2004. Некоторые данные о неполовозрелой кете *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в летне-осенний период нагула в открытых водах Тихого океана // Материалы V конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 212–215.

Иевлева М.Я. 1964. Гистологическое строение гонад лососей в период морских миграций / Ло-

сосевое хозяйство Дальнего Востока. М.: Наука. С. 127–141.

Иевлева М.Я. 1968. Состояние гонад горбуши на морском этапе нерестовой миграции // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 64. С. 53–72.

Лав Р.М. 1976. Химическая биология рыб. М.: Пищ. пром-сть, 349 с.

Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Высш. шк., 293 с.

Материалы Шестой Советско-Японской сессии по рыболовству в открытом море в северо-западной части Тихого океана. 1962. М. Т. III. 264 с.

Шунтов В.П., Ланко В.В., Баланов А.А., Старцев А.В. 1995. Межгодовые изменения в анадромных миграциях лососей в водах Сахалино-Курильского региона // Биология моря. Т. 21. № 2. С. 116–124.

Helle J.H., Myers K.W., Seeb J.E. 2004. National overview of BASIS research for the United States // NPAFC Workshop “BASIS-2004: Salmon and Ecosystems in the Bering Sea and Adjacent Waters”. Technical Report No 6. P. 13–15.

Ishida T., Takagi K. and Arita S. 1961. Criteria for the differentiation of mature and immature form of chum and sockeye in Northern seas. Intern. Pacif. Fish. Comm. Vancouver. Canada. Bull. № 5.

Shershneva V.I. 1991. Interannual variability in biochemical parameters of pink (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum (*Oncorhynchus keta*) fry in coastal waters of Kamchatka // In.: Int. Symp. on Biol. Interactions of Enchanced and Wild Salmonids. Canada. P. 70.

Zavarina L.O., Antonov N.P. 2001. Use of Peculiarities of Chum Salmon Scales for Definition of Population Status of River samples // Proceeding of the Northeast Pacific Pink and Chum Salmon Workshop. Seattle. Washington. March 21–23. P. 150.