

## РОСТ И СОЗРЕВАНИЕ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII*, ВЫРАЩЕННОЙ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Йохеи Шимизу<sup>1</sup>, Шин-ичи Такабатаке<sup>2</sup>,  
Нокубазу Сато<sup>1</sup>, Такаши Фуджиока<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Хоккайдский институт марикультуры (Чикабе-чо, Хоккайдо, 041-1404, Япония);

<sup>2</sup>Хоккайдская центральная рыбохозяйственная экспериментальная станция (Йоичи-чо, Хоккайдо, 046-8555, Япония)

### ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii*), одна из наиболее важных рыб для прибрежного рыболовства, подразделяется на множество популяций. Принцип деления базируется на различиях в сезонах размножения, районах воспроизводства и биологических характеристиках (Kobayashi, 1993). Хоккайдо-сахалинская популяция имела очень большую численность, нерестилища распространялись в Японии на север от префектуры Тояма в Японском море, до префектуры Ибараки с тихоокеанской стороны, а также до южной оконечности Сахалина. С конца XIX и до начала XX века вклад популяции в величину годового вылова составлял 400 тыс. тонн, пик вылова (970 тыс. тонн) был достигнут в 1897 г. В настоящее время размер популяции уменьшился, а нерестилища ограничены побережьем юго-западного Сахалина (Kobayashi, 1993; Ivshina, 2002; Kobayashi, 2002).

У япономорского побережья Хоккайдо обитает локальная популяция сельди залива Исикари (Kobayashi, 1993), ее нерестилища расположены к северу от залива Исикари. Ранее нерестилища хоккайдо-сахалинской популяции и популяции залива Исикари перекрывались и смешивались друг с другом. Нерест популяции залива Исикари продолжался с конца января до середины марта. Нерест хоккайдо-сахалинской популяции длился с конца марта до мая. Разница в сезонах размножения обеих популяций объясняется разницей в наступлении оптимальной температуры и условий освещенности в период размножения. Более того, различается и возраст полового созревания в обеих популяциях. Половая зрелость сельди залива Исикари наступает в 2 года (Takayanagi and Ishida, 2002), в то время как для хоккайдо-сахалинской популяции – к 4 годам, а к 5 годам все рыбы достигают половой зрелости (Nanamura, 1963).

В 1997 и 1998 гг. для отработки технологии искусственного выращивания сельди мы доставили искусственно оплодотворенную икру сельди, пойманной у г. Томари, в Хоккайдский институт марикультуры. С целью изучения

роста и репродуктивных характеристик сельди мы провели эксперименты по ее выращиванию для выяснения влияния изменений температуры воды и условий освещенности на ее рост и созревание.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Рыба и условия подращивания

В мае 1997 и 1998 гг. нами были пойманы самцы и самки тихоокеанской сельди в прибрежной зоне около г. Томари (о. Сахалин, Россия), и проведено искусственное оплодотворение икры. Далее мы транспортировали искусственно оплодотворенную икру этой сельди в Институт марикультуры (г. Чикабе, Хоккайдо, Япония) (см. статью Такабатаке в наст. сб.). Выклюнувшуюся молодь поместили во внутренний циркуляционный бассейн (танк) с отфильтрованной морской водой с температурой 6–15°C при естественном освещении и подкормкой коловратками и науплиями *Artemia salina* в течение 30 дней после выклева. Начиная с 25-го дня после выклева личинок начали применять искусственный корм.

### Регулирование условий среды в искусственных условиях

Для проверки влияния температуры воды на созревание сельди мы использовали годовиков сельди поколения 1998 года рождения. Рыбу, в свою очередь, делили на три группы (А, В и С), которые подращивались при различных температурах воды. В начале эксперимента вся рыба выдерживалась при 14°C. Для группы А температура воды уменьшалась до 10°C в сентябре и постепенно до 6°C в ноябре. В январе температуру воды подняли до 10°C. Температурные условия для группы В были изменены на два месяца позже, чем в группе А, в то время как для группы С температура изменена через четыре месяца в сравнении с группой А.

С целью проверки влияния продолжительности фотопериода на созревание сельди нами использованы двухгодовики поколения 1998 года рождения. Бассейн (танк) накрывали щитом черного цвета для защиты от естественного освещения, а фотопериод устанавливался 15 Вт флуоресцентной лампой, присоединенной к таймеру. Условия длинного светового дня соответствовали 16L:8D, короткого светового дня – 8L:16D. Рыбы группы А выдерживались в условиях длинного светового дня до конца октября, затем переходили на условия короткого дня. Группа В выдерживалась в условиях короткого дня с конца августа до конца февраля, затем и далее – в условиях длинного дня (см. ниже рис. 5). Температура воды уменьшалась с 14 до 10°C в ноябре и до 6°C в январе. В марте температура была повышена до 10°C.

### Процедуры отбора проб

Отбор проб проводился раз в месяц, измерение длины тела рыб проводилось согласно методу, описанному в руководстве по биологическому анализу сельди (Miyake, 1996), с незначительными изменениями. Гонадо-соматический индекс (GSI) рассчитан как процент отношения веса гонад к весу тела, без учета веса внутренних органов.

### Гистологический анализ

С целью наблюдения за процессом гаметогенеза у рыб в период наступления полового созревания использовали оптический микроскоп для просмотра срезов гонад годовиков. Гонады фиксировались раствором Буэна, обезвожива-

лись этанолом и заливались парафином. После этого делали срезы толщиной 5  $\mu\text{m}$  и окрашивали гематоксилином и эозином.

Оогенез разделялся на четыре следующие стадии: оогонии (незрелая стадия), ооциты без кортикальных альвеол и гранул желтка; стадия образования и роста кортикулярных альвеол; образование и рост желтковых гранул в ооцитах. Процент ооцитов на разных стадиях оогенеза подсчитывался для каждого яичника индивидуально по результатам наблюдений под микроскопом.

Сперматогенез также разделялся на четыре стадии: сперматогонии (незрелая стадия), семенники не содержат зародышевых клеток, кроме сперматогониев (первичные сперматогонии); мейотическая стадия, сперматоциты находящиеся в процессе мейоза; стадия накопления спермы, сперма накапливается в семенниках.

Стадии зрелости гонад двухгодовиков классифицировались согласно ранее упомянутому руководству по биологическому анализу сельди (Miyake, 1996), с незначительными изменениями.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Рост и созревание

В августе 1997 г. средняя длина рыб поколения 1997 года рождения составляла 42,6 мм и возросла до 221,5 мм в мае 1999 г. Девятнадцать особей (6 самок и 13 самцов) из 100 достигли зрелости в двухлетнем возрасте. Впоследствии, хотя и при медленном темпе роста, длина рыб достигла 264,1 мм в мае 2002 г. (рис. 1). Средняя длина трехгодовиков была 223,8 мм, и к этому моменту уже все особи достигли половой зрелости (табл. 1). Для группы рыб этого года при анализе гонадо-соматического индекса (GSI) с 2000 до 2002 г. его наибольшее значение отмечено с апреля по май 2002 г. (рис. 2). Гонадо-соматический индекс уменьшался после нереста. У самок GSI увеличивался с ноября, но наибольшие значения отмечены с апреля по май последующего года. У самцов GSI увеличивался с июля по ноябрь и незадолго до сезона размножения (см. рис. 2).

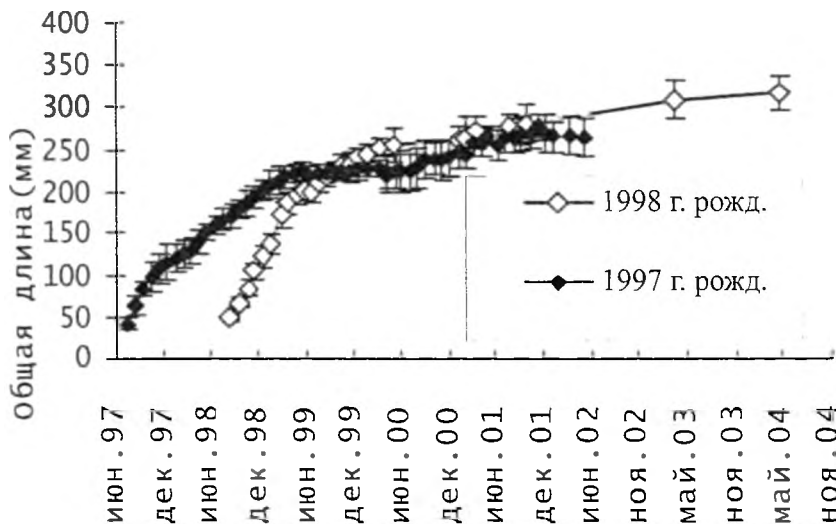


Рис. 1. Рост хоккайдо-сахалинской сельди поколений 1997 и 1998 годов рождения

Таблица 1

**Соотношение половозрелых рыб выращенной хоккайдо-сахалинской сельди поколения 1997 года рождения**

Возраст	Дата	Средняя общая длина, мм		Кол-во рыб, шт.		Кол-во зрелых рыб, шт.	
2	Май 1999 г.	217,1		100	Самки Самцы	6 13	
3	Май 2000 г.	223,6	Самки	136		128	(94,1) <sup>*1</sup>
			Самцы	145		137	(94,7) <sup>*2</sup>

\*. \*2 Количество зрелых рыб/Количество проанализированных рыб × 100 (%)

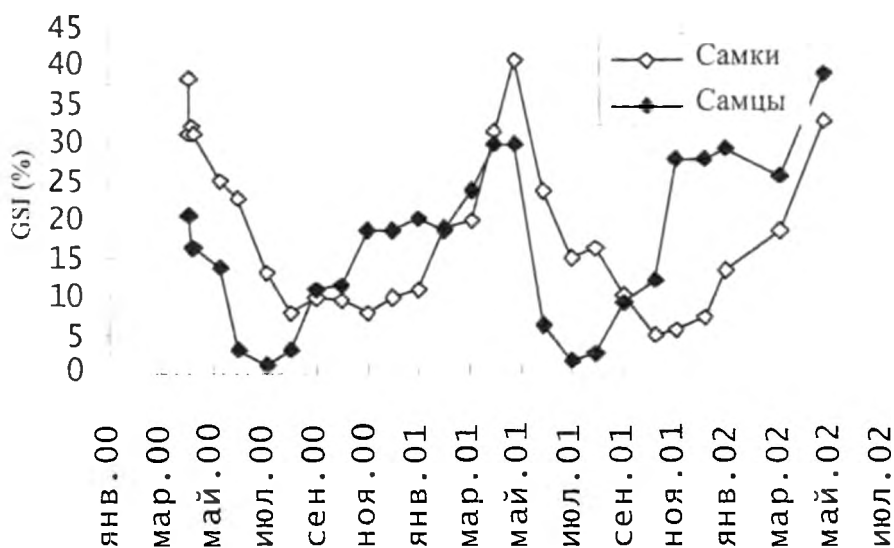


Рис. 2. Сезонные изменения гонадо-соматического индекса рыб поколения 1997 года рождения

Средняя длина рыб поколения 1998 года рождения составила 49,3 мм. В результате дальнейшего роста они выросли до 253,7 мм (см. рис. 1), и к маю 2000 г. 38,7% рыб достигли полового созревания. Большинство рыб, включая рыб поколения 1997 года рождения, достигли половой зрелости в возрасте 3 года.

**Половые различия рыб в период полового созревания по росту и наступлению половозрелости**

Для того, чтобы исследовать возможную зависимость между наступлением половозрелости и общей длиной, размеры половозрелых особей сравнивались с размерами неполовозрелых рыб поколения 1998 года рождения (табл. 2). Разницы между общей длиной взрослых и неполовозрелых самцов не обнаружено, однако общая длина половозрелых самок значительно отличалась от общей длины неполовозрелых самок. Для подтверждения взаимосвязи между ростом годовиков и гаметогенезом были подготовлены срезы гонад и проведены наблюдения за процессом гаметогенеза.

Таблица 2

**Средняя общая длина половозрелой и неполовозрелой сельди  
поколения 1998 года рождения**

Пол	Зрелость	Средняя общая длина, мм (средняя $\pm$ SD)
Самки	Незрелые	244,4 $\pm$ 20,1*
	Зрелые	260,7 $\pm$ 18,6*
Самцы	Незрелые	204,5 $\pm$ 37,2
	Зрелые	248,6 $\pm$ 18,3

\*  $p < 0,05$ 

В апреле накопление кортикулярных альвеол и яичного желтка в ооцитах самок не наблюдалось. В мае отмечены единичные случаи накопления кортикальных альвеол. Средняя длина тела этих рыб составила 200,8 мм и была больше в сравнении с особями (186,5 мм), у которых не наблюдалось накопление кортикулярных альвеол (табл. 3). В октябре у отдельных особей наблюдались ооциты, содержащие запас желтка. В ноябре аккумуляция желтка наблюдалась в ооцитах всех особей, у которых начался оогенез. Общая средняя длина таких особей составляла 241,6 мм и была больше в сравнении с незрелыми особями (201,0 мм) (см. табл. 3).

Таблица 3

**Сезонные изменения общей длины и зрелости гонад  
годовиков 1997 года рождения**

Пол		Апр. 2001 г.	Май 2001 г.	Июнь 2001 г.	Авг. 2001 г.	Сент. 2001 г.	Окт. 2001 г.	Нояб. 2001 г.
Самки	Средняя общая длина, мм	163,7	188,4	199,7	212,6	218,4	229,9	234,8
	Незрелые	163,7 (100%)	186,5 (86,2%)	195,3 (58,3%)	202,5 (28,6%)	181,3 (21,4%)	—	201,0 (16,7%)
	Кортикальные альвеолы, стадия накопления	—	200,8 (13,8%)	205,8 (41,7%)	216,6 (71,4%)	228,5 (78,6%)	238,0 (22,2%)	—
	Стадия накопления желтковых гранул	—	—	—	—	—	227,6 (77,8%)	241,6 (83,3%)
Самцы	Стадия накопления желтковых гранул	164,7	178,7	195,6	214,7	216,5	232,2	230,9
	Незрелые	164,7 (100%)	178,7 (100%)	193,8 (89,5%)	206,8 (55,5%)	181,7 (20,0%)	—	—
	Мейотическая стадия	—	—	211,5 (10,5%)	222,3 (16,7%)	214,0 (6,7%)	—	—
	Накопления спермы	—	—	—	226,0 (27,8%)	226,3 (73,3%)	232,2 (100%)	230,9 (100%)

У самцов клетки с мейозом не наблюдались до мая–июня. Накопление спермы отмечено в июле. В сентябре средняя общая длина тела рыб с накапливающейся спермой составила 226,3 мм и была больше в сравнении с неполовозрелыми особями (181,7 мм) (см. табл. 3). Все самцы последовательно достигли полового созревания в течение эксперимента с подращиванием.

### Температура воды и развитие гонад

Изменения температуры воды и гонадо-соматического индекса (GSI) в каждой группе показаны на рисунках 3 и 4 соответственно. Для группы А GSI самок возрастал по мере уменьшения температуры до 10°C в сентябре. Более того, после падения температуры до 6°C в ноябре GSI резко вырос до 9,3 в декабре и до 14,5 в январе (см. рис. 4 I). После того, как температура в январе увеличилась до 10°C, GSI последовательно вырастал. В апреле, по мере созревания всех рыб группы, GSI достиг 23,0. В группе В, для которой температура воды уменьшена на два месяца позже по сравнению с группой А (см. рис. 3), возрастание GSI также задерживалось в соответствии с динамикой температуры (см. рис. 4 I). GSI самок в группе В возрос до 6,3 в декабре и до 14,3 в марте. Однако рыбы группы В достигли полового созревания в то же время, что и рыбы группы А, и впоследствии GSI достиг 23,0. В группе С, где температура уменьшена на четыре месяца позже, чем в группе А (см. рис. 3) и потом, GSI самок возрастал по мере уменьшения температуры (см. рис. 4 I). GSI самок группы С оставался ниже относительно других групп. Так, GSI в январе составил 2,5. После уменьшения температуры до 10°C в январе GSI увеличился до 10,2 в марте. После возрастания температуры воды до 10°C в апреле GSI достиг 13,6. Окончательное созревание рыб в группе С происходило более медленно в сравнении с другими группами.

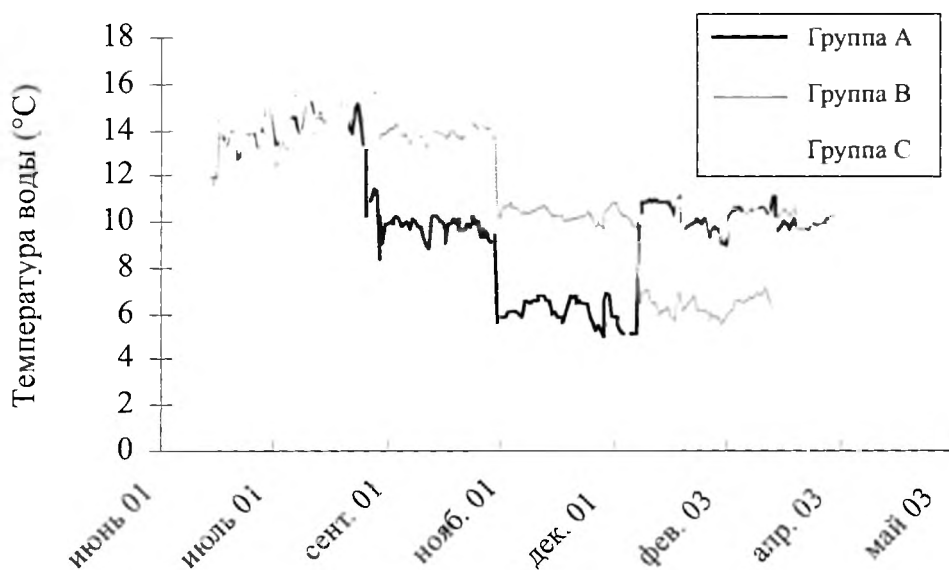


Рис. 3. Изменения температуры воды в период выращивания

Для самцов, несмотря на разницу во времени, уменьшения температуры, GSI возрастал до одинакового уровня в каждой группе (см. рис. 4 II). В конце августа GSI самцов в каждой из групп увеличился и варьировался от 14,9 до 17,1 в ноябре. После уменьшения температуры в марте до 6°C GSI группы С возрос до 22,9 в апреле. После того, как температура увеличилась до 10°C в январе, GSI группы А возрос до 20,5 в марте. В группе В GSI не обнаруживал изменений после декабря. Самцы всех групп окончательно достигли половой зрелости в апреле.

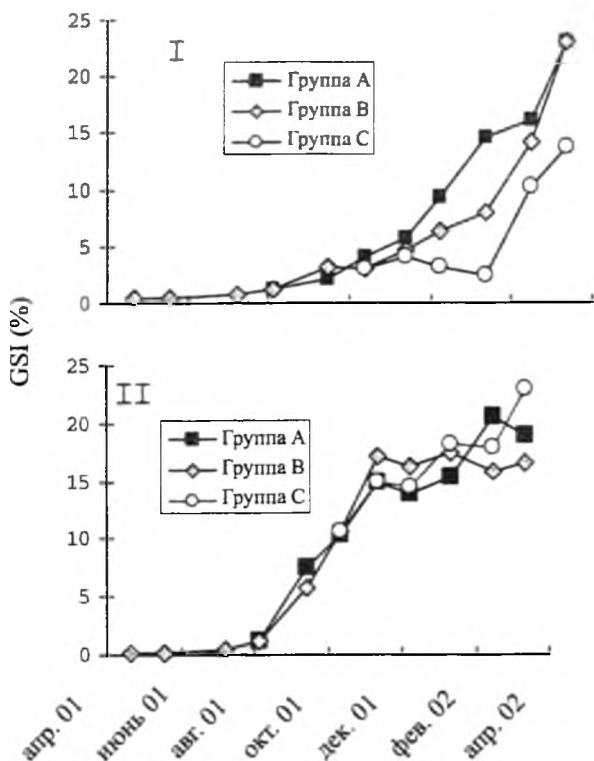


Рис. 4. Изменения гонадо-соматического индекса при различных температурных условиях: I – самки; II – самцы

### Фотопериод и развитие гонад

Изменения условий освещенности в настоящем эксперименте показаны на рисунках 5 I и 5 II. Для группы А условия короткого дня установлены после окончания октября, возрастание GSI отмечено в позднем январе (рис. 6 I). GSI достиг 12,9 в марте и 16,3 к концу апреля. После декабря наблюдались самки с выраженной и видимой икрой (рис. 7 I). Хотя условия короткого дня действовали вплоть до конца апреля, созревания самок в течение указанного периода не наблюдалось (см. рис. 7 I). Для самцов группы А возрастание GSI отмечалось после ноября (рис. 6 II) и достигло 14,0 в декабре и 17,0 в январе. После чего увеличение молок и выпуск спермы для условий короткого дня не наблюдались (рис. 7 II). В группе В, где условия короткого дня устанавливались с позднего августа до позднего февраля, рост GSI у самок наблюдался после ноября (рис. 6 III). GSI, равный 6,0 в октябре, вырос до 13,4 в январе и 16,5 в марте. После октября наблюдались самки с развитой и видимой икрой (рис. 7 III). По окончании февраля, с установлением условий длинного светового дня, в апреле отмечались как зрелые рыбы, так и рыбы, отметавшие икру (см. рис. 6 III). GSI варьировался от 4 до 76 в течение указанного периода (см. рис. 6 III). Для самцов группы В GSI со значения 1,8 в августе возрос до 17,4 в октябре и оставался таковым до марта (рис. 6 IV), до момента изменения условий освещенности, соответствующих длинному дню. Хотя самцы с развитыми молоками и текучей спермой не наблюдались при условиях короткого дня, многие из них успели выпустить сперму в апреле, после того как устанавливались условия долгого дня (рис. 7 IV). Средний GSI самцов группы В уменьшился до 8,2 в апреле (см. рис. 6 IV).

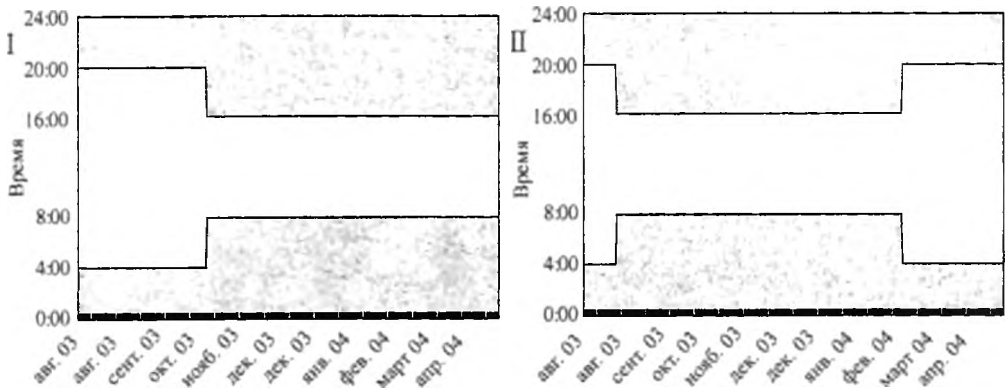


Рис. 5. Ежемесячные изменения фотопериода в группе А (I) и группе В (II). Белый и серый цвета показывают темный и светлый периоды соответственно

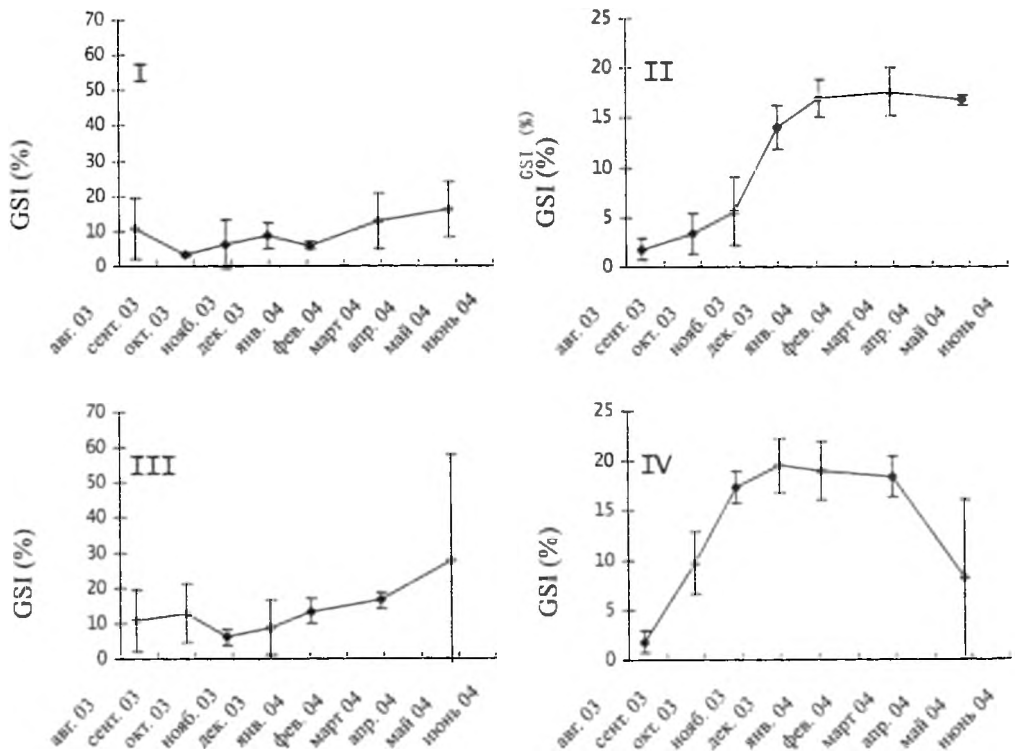


Рис. 6. Помесячные изменения GSI сельди в различных условиях освещенности: I – самки группы А; II – самцы группы А; III – самки группы В; IV – самцы группы В



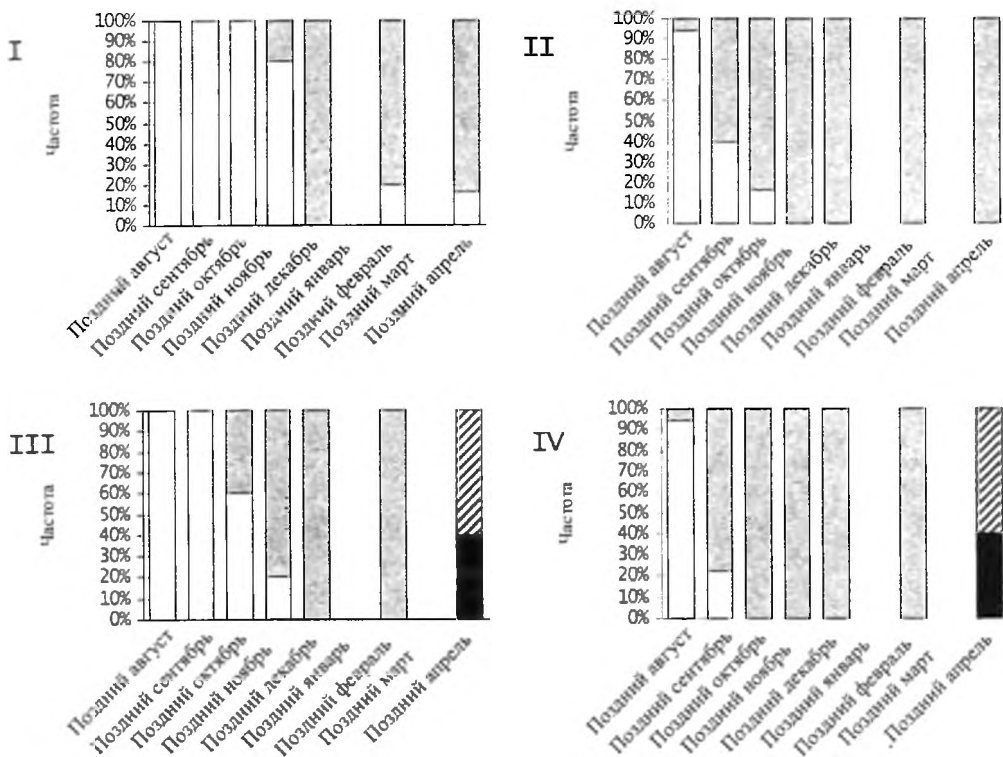


Рис. 7. Развитие зрелости гонад в зависимости от фотопериода: I – самки группы А; II – самцы группы А; III – самки группы В; IV – самцы группы В. Белые колонки – незрелые рыбы; серые колонки – рыбы с развивающимися гонадами. На этой стадии ооциты в яйцеклетках могут быть определены визуально, семенники становятся белыми благодаря накапливающейся сперме. Черные колонки – зрелые рыбы; колонки с полосками – посленерестовые рыбы. Стадии зрелости гонад определяли согласно руководству по биоанализу сельди (Miyake, 1996)

## ОБСУЖДЕНИЕ

Хоккайдо-сахалинская популяция в период высокой численности была важным ресурсом для рыболовства. В этой связи характеристики естественного роста и полового созревания исследовались на протяжении многих лет. Впервые созревающие рыбы этой популяции появляются в возрасте 4 года при средней общей длине 255 мм. Средняя общая длина 5-летних рыб была 265 мм, и в этом возрасте более половины рыб достигали половой зрелости (Hanamura, 1963). С другой стороны, с 1956 г. и позднее на нерестилищах отмечались половозрелые трехгодовики (средняя общая длина 253 мм) (Motoda and Hirano, 1963). В настоящем эксперименте по выращиванию сельди хоккайдо-сахалинской популяции часть особей достигла половозрелости в 2 года, и все особи – в возрасте 3 лет. Более того, высказано предположение, что имеется зависимость между ростом и возрастом половозрелости, которое базируется на появлении двухлеток с относительно высокой средней длиной и ранним наступлением половозрелости. В настоящем исследовании быстрый рост мог быть вызван условиями кормления, которое дает преимущество по времени наступления зрелости рыб в сравнении с дикими рыбами.

В результате гистологического наблюдения гонад годовиков, искусственно выращиваемых при естественной температуре, у самок обнаружены кортикальные альвеолы в мае, а накопление желтка в икринках наблюдалось только после октября (см. табл. 3). Более того, у самцов начало мейоза отмечено в июне, а накопление спермы приходилось на август (см. табл. 3). Развитие оогенеза и сперматогенеза, наблюденное нами, соответствовало результатам исследования Коуа et al. (2002, 2003), которое касалось первого репродуктивного цикла тихоокеанской сельди. В результате нашего исследования выявлено, что изменение температуры не влияло на развитие опытных партий рыб, однако установление повышенной температуры сдерживало развитие яичников. Считалось, что температура воды влияет на процесс оогенеза. Кортикальные альвеолы накапливались до снижения температуры воды. Это свидетельствует о том, что уменьшение температуры не влияет на начало оогенеза. В то же время признано, что оно является фактором, необходимым для аккумуляции желтка. Кроме того, освещенность, соответствующая условиям длинного дня, сдерживала развитие яичников и семенников. Это позволяет предположить, что освещенность оказывает большое влияние на гаметогенез и период размножения сельди.

Данное исследование показывает, что окружающая среда оказывает большое влияние на рост сельди, ее половое созревание и нерестовый период. Известно, что урожайные поколения сельди имеют выраженную тенденцию появляться в холодные годы (Tanaka, 2002). В исследованиях последних лет популяций Мангоку-ура (Mangoku-ura) и залива Исикари (Ishikari Bay) показано, что выживаемость личинок сельди определяется количеством доступных ресурсов (Kojima, 1997; Ishida and Takayanagi, personal communication). Основываясь на этих фактах, флуктуации окружающей среды должны влиять на развитие гаметогенеза, а также на период размножения и выживаемость личинок.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарим Ившину Эльзу Рудольфовну и других сотрудников Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии за помощь в осуществлении эксперимента по искусственному оплодотворению икры хоккайдо-сахалинской сельди и его обеспечение. Мы благодарим господина Shiro Takayanagi (Вакканайская рыбохозяйственная экспериментальная станция Хоккайдо) и господина Ryotaro Ishida (Кусировская рыбохозяйственная экспериментальная станция Хоккайдо) за ценную информацию о связи между численностью сельди популяции залива Исикари и выживаемостью ее личинок. Мы также благодарим господина Noriyoshi Takamaru (Центральная рыбопромысловая экспериментальная станция Хоккайдо) и доктора Setsuo Saito (Институт марикультуры Хоккайдо) за полезные советы для наших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hanamura, N. A study on the method of prediction of the Hokkaido spring herring resources / N. Hanamura // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. – 1963. – Vol. 20. – P. 1–66.
2. Ivshina, E. R. Resource condition of herring population caught by fisheries in Sakhalin Island waters (Review) / E. R. Ivshina // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. – 2002. – Vol. 62. – P. 9–15.

3. **Kobayashi, T.** Biochemical analyses of genetic variability and divergence of populations in Pacific herring / T. Kobayashi // Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish. – 1993. – Vol. 30. – P. 1–77.
4. **Kobayashi, T.** History of herring fishery in Hokkaido and the review of population study (Review) / T. Kobayashi // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. – 2002. – Vol. 62. – P. 1–8.
5. **Kojima, J.** Studies on the population dynamics of «Mangoku-ura herring», *Clupea pallasii* Valenciennes / J. Kojima // Bull. Miyagi Pref. Fish. Res. Dev. Center. – 1997. – Vol. 15. – P. 1–42.
6. Testicular development and serum profiles of steroid hormone levels in captive male Pacific herring *Clupea pallasii* during their first maturational cycle / **Y. Koya, K. Soyano, K. Yamamoto et al.** // Fisheries Science. – 2002. – Vol. 68. – P. 1099–1105.
7. Oocyte development and serum profiles of vitellogenin and steroid hormone levels in captive female Pacific herring *Clupea pallasii* during their first maturational cycle / **Y. Koya, K. Soyano, K. Yamamoto et al.** // Fisheries Science. – 2003. – Vol. 69. – P. 137–145.
8. **Miyake, H.** Screening of sex and maturity of herring / H. Miyake // Manual for measurements in fish and shellfish and oceanographic observation of Hokkaido Fisheries Experimental Station, Hokkaido, 1996, Pelagic fish 2–3.
9. Motoda, S. Review of Japanese herring investigations / **S. Motoda and Y. Hirano** // Rapp. P.-v. Reun. cons. int. Explor. Mer. – 1963. – Vol. 154. – P. 240–261.
10. Takayanagi, S. Reproductive characteristics of Ishikari Bay herring (*Clupea pallasii* Valenciennes) / **S. Takayanagi and R. Ishida** // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. – 2002. – Vol. 62. – P. 79–89.
11. **Tanaka, I.** Temporal variation in the 20th century of coastal sea temperature and annual herring landings off the west coast of Hokkaido / I. Tanaka // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. – 2002. – Vol. 62. – P. 41–55.

Перевод с английского языка Г. А. Кантакова, Э. Р. Ившиной.

Рост и созревание тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, выращенной в искусственных условиях : [Пер. с англ.] / Йохеи Шимизу, Шин-ичи Такабатаке, Нокубазу Сато, Такаши Фуджиока // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2005. – Т. 7. – С. 398–408.

В результате искусственного оплодотворения икры, собранной около г. Томари (остров Сахалин, Россия) в 1997 и 1998 гг. была получена молодь сельди хоккайдо-сахалинской популяции. Молодь, подращиваемая четыре года в бассейне Хоккайдского института марикультуры (Чикабе, Хоккайдо, Япония), достигла размеров 264 и 254 мм соответственно. Рыбы поколений 1997 и 1998 годов рождения достигли половой зрелости в 2 года – 19 и 38,7% соответственно, оставшиеся стали половозрелыми в 3 года и старше. Гистологический анализ гонад показал, что искусственно выращенные рыбы были готовы к размножению с апреля по май, также как и в естественных условиях, но росли быстрее и созревали раньше, чем в природе. Полученные результаты показывают, что наступление половозрелости зависит от размеров рыб. Более того, высокая температура воды (14°C) и длинный световой день (16L:8D) сдерживали процесс развития гонад.

Табл. – 3, ил. – 7, библиогр. – 11.

Growth and maturation in hatchery-reared Pacific herring *Clupea pallasii* : [Translation from English] / **Yohei Shimizu, Shin-ichi Takabatake, Nobukazu Sato, and Takashi Fujioka** // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2005. – Vol. 7. – P. 398–408.

Juvenile herring of Hokkaido-Sakhalin population were obtained resulted from the artificial fertilization of eggs collected near the town Tomari (Sakhalin Island, Russia) in 1997 and 1998. Juveniles being grown out during four years in the basin of Hokkaido Mariculture Institute (Chikabe, Hokkaido, Japan) reached 264 and 254 mm in size, respectively. Fishes from 1997 and 1998 year-classes reached maturation at age 2 (19% and 38,7%, respectively); the rest became matured at age 3 and older. A histological analysis of gonads showed that hatchery-reared fish were ready to spawn since April through May, as well as in natural conditions, but they grew faster and matured earlier than in wild nature. The obtained results show that the maturation coming depends on fish sizes. Moreover, high water temperatures (14°C) and long light days (16L:8D) restrained a process of gonad developing.

Tabl. – 3, fig. – 7, ref. – 11.