

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ



О. Ф. ИВАНЧЕНКО

# ОСНОВЫ МАРИКУЛЬТУРЫ СЕЛЬДИ НА БЕЛОМ МОРЕ



ЛЕНИНГРАД  
«НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ  
1983

УДК 591.553.1 : 591.613(268.46)

И в а н ч е н к о О.Ф. Основы марикультуры сельди на Белом море. - Л. : Наука, 1983. - 40 с. - (Методы зоологических исследований - практике).

В работе отражены некоторые особенности биологии беломорской сельди. Приводятся данные по выращиванию молоди в экспериментальных условиях, оценивается возможная степень элиминации личинок в природе в результате патогенности некоторых эндопаразитов, анализируются причины гибели икры на естественных нерестилищах. Марикультура рассматривается в рамках повышения эффективности воспроизводства беломорской сельди. Описаны результаты применения искусственных нерестилищ из капроновой сети (дели) и ловушек-нерестилищ, позволяющих получать икру сельди в полупроизводственных масштабах.

Работа может представлять интерес для биологов и работников рыбной промышленности. Лит. - 44 назв., ил. - 28, табл. - 3.

Г л а в н ы й   р е д а к т о р  
директор Зоологического института АН СССР  
О.А. СКАРЛАТО

Р е д а к ц и о н н а я   к о л л е г и я :  
Ю.С. БАЛАШОВ (отв. редактор), В.В. ХЛЕБОВИЧ  
(зам. отв. редактора), В.В. БУЛЬОН,  
М.А. КОЗЛОВ, И.М. ФОКИН

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р  
В.Г. КУЛАЧКОВА

Р е ц е н з е н т ы :  
Е.А. Дорофеева, З.В. Красюкова,  
Л.Н. Шимановская, М.Я. Широкова

И  $\frac{2005000000-609}{042(02)-83}$  Без объявления

©

Зоологический инсти-  
тут АН СССР, 1983 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Сельдь Белого моря — один из основных промысловых видов рыб данного водоема. В последнее время отмечается тенденция к снижению ее запасов. По данным Кузнецова (1960), в 40-е гг. 19 в. в Белом море ежегодно вылавливали около 32,8 тыс. т сельди, в 60-80-е гг. 19 в. среднегодовой улов ее составлял 10,6 тыс. т, в 1910-1930 гг. добыча сельди колебалась от 0,8 до 8,3 тыс. т и в среднем за год равнялась 4,3 тыс. т. Начиная с 1965 г. значение сельди как основного объекта промысла сильно упало, и в настоящее время она занимает второе место после наваги по объему добычи (Гошева, 1982).

Причины снижения запасов сельди в Белом море различны. Анализируя литературные данные, можно заметить, что отношение к промыслу сельди на протяжении определенных отрезков времени было неодинаковым. В 20-30-е и даже 40-е гг. велись активные поиски новых способов увеличения добычи сельди. Изучался опыт работы иностранных рыбаков и совершенствовался лов сельди на Белом море. Итогом этого стало применение весьма уловистых орудий лова (завесок) и смещение основного вылова сельди с летне-осеннего периода на весенний — нерестовый. Лов нерестовой сельди, а также значительная гибель икры, откладываемой производителями на завески, подрывали воспроизводство. Постепенное уменьшение запасов сельди привело к необходимости перехода от интенсификации промысла к новому этапу — анализу причин снижения численности сельди и выработке рекомендаций, способствующих восстановлению ее запасов. Весьма существенными мероприятиями явились введение запрета на лов нерестовой сельди, определение норм вылова и контроль за выловом неполовозрелой сельди. Проводилось интенсивное изучение биологии сельди и особенностей ее жизненного цикла.

Однако различного рода мероприятия, направленные на увеличение численности сельди, еще не успели оказать существенного влияния на ее сохранность, когда появилась особая причина, способствовавшая новому сокращению запасов этой рыбы. В 1959-1961 гг. по всему беломорскому побережью погибла

морская трава zostера, на которую сельдь преимущественно откладывала икру. Массовая гибель zostеры привела к тому, что небольшие по численности стада сельди в Белом море сократились еще больше. Сейчас наиболее остро стоит вопрос о повышении эффективности воспроизводства сельди. Эта проблема многогранна, и ее разработка связана в первую очередь с получением достаточного количества полноценной икры, из которой можно вывести жизнеспособных личинок. Именно эта задача в настоящий момент требует первоочередного разрешения.

## БИОЛОГИЯ ВЕСЕННЕ-НЕРЕСТЯЩЕЙСЯ СЕЛЬДИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА И УСЛОВИЯ ЕЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Летом в губе Чупа Кандалакшского залива половозрелые сельди начинают регулярно попадаться в жаберные сети со второй половины августа. В конце сентября, октябре и в первой половине ноября значительные концентрации этих рыб регистрируются при помощи контрольных сетей, эхолотометрических съемок и тралового лова. Постепенно, с похолоданием, сельди переходят в более глубокие слои воды и образуют зимовальные скопления, которые сохраняются в относительно постоянных местах до весны. В январе и феврале при подледном лове на глубинах 40–50 м такие зимующие косяки обнаруживаются в районе островов Ярославец и Кругляш и губы Медвежья. Образовавшиеся с осени скопления половозрелой сельди после переживания холодного периода с повышением температуры воды предпринимают небольшие перемещения. Зимовка рыб происходит недалеко от мест нереста, и весной на участке в несколько километров можно проследить весь процесс нерестового хода.

В губе Чупа, где находится одно из основных нерестилищ сельди, во второй половине апреля еще со льда рыбаки выставляют на глубину около 40 м контрольные сети и следят за подходом рыбы к нерестовым участкам. Обычно это бывают единичные экземпляры, которые попадают в самую нижнюю часть сетей. После обнаружения рыбы выставляют контрольные сети уже на меньшую глубину (8–17 м). По уловам этих сетей следят за подходом косяков к берегам и определяют момент постановки основных промысловых орудий – заколов. В губе Чупа у мыса Левин-наволоок заколы выставляют на глубину 6–10 м.

На Левин-наволоке, где расположено самое мощное естественное нерестилище, первые сельди обычно заходили в заколы с уже текучими половыми продуктами и начинали нереститься в орудиях лова, откладывая икру на сети. В результате нереста закол покрывался икрой в несколько слоев, и рыбаки вынимали сети для чистки. Заколы чистили на берегу путем механического удаления икры. Вычищенный закол опять ставили

в воду: вся снятая с него икра погибала.

В 1967 г. мы наблюдали откладывание сельдю икры в природе на естественные субстраты. В конце апреля-начале мая большое количество сельди нерестилось в прилив в прибрежной зоне у мыса Левин-наволоок, откладывая икру на фукусы (рис. 1). Самки водили мочеполовыми сосочками по талломам водорослей и выпускали икринки. Можно было вплотную подойти к нерестящимся рыбам и следить за ходом нереста, который продолжался около 2 ч. После наступившего отлива безрезультатность нереста стала очевидной, так как почти вся икра оказалась в периодически осушаемой зоне и в дальнейшем погибла (рис. 2). В мае значительный ущерб отложенной икре наносили также дрейфующие льды. Под действием ветра и приливно-отливных течений льды „перепыхивали“ нерестилище и этим не только вызывали механическое повреждение икры, но и обрывали фукусы с отложенной икрой (рис. 3). Оторванные субстраты выбрасывались волнами на берег, и икра погибала.

Значительную гибель икры вызывают льды берегового припая в губе Палкина Кандалакшского залива. Лед здесь более толстый и держится дольше, чем в губе Чула. Прибрежная масса льда, достигающая иногда толщины более 1.5 м, дважды в сутки поднимается и опускается на грунт приливно-отливными течениями. При этом лед не только утрамбовывает, но и смешивает с грунтом находящиеся на литорали водоросли с отложенной икрой. Иногда урон, причиняемый льдами воспроизводству, носит катастрофический характер, например, если икра отложена в зоне литорали и даже верхней сублиторали. Так, в 1978 г. в губе Палкина сразу после таяния льда на 10-километровом участке все фукоиды, произраставшие в верхней сублиторали, были усеяны белой, мертвой икрой и имели расплюснутые талломы, не расправившиеся еще после длительного прессования льдом.

Таким образом, в период инкубации на естественных нерестилищах уничтожается значительная часть икры. Подсчеты показали, что на Левин-наволоке в литоральной зоне погибает от 30-60 до 90% икры. На некоторых участках губы Палкина отмечена тотальная гибель икры на больших пространствах в зоне литорали и верхней сублиторали. Икра, откладываемая в зоне глубин 2-7 м на подводную растительность - фукусы, десмаресцию, анфельцию, ламинарию и др. (рис. 4-6), обычно характеризуется высокой выживаемостью.

Отрицательное влияние на эффективность нереста оказывают некоторые рыбы, питающиеся икрой. Выловленные на нерестилище Левин-наволоок треска, керчаки, камбалы и пинагоры имели в желудках икру сельди.

Большое количество икры вместе с талломами фукусов поедается чайками. При наличии этих птиц на нерестилище рыбаки сами не чистят закол от икры, а расстилают его на берегу.

Чайки в значительной степени выедают отложенную на сетях икру. На естественных нерестилищах на участках с отложенной икрой чайки держатся вплоть до вылупления личинок. Степень выедания икры птицами при определенных условиях оказывается значительной. Фукусы с икрой буквально „выстригаются” птицами, и на естественных нерестилищах практически не остается икры.

Инкубация икры весенне-нерестящейся егорьевской сельди на естественных нерестилищах продолжается в среднем около 40 сут. Личинки вылупляются обычно в первой декаде июня при температуре воды 7-10 °С. Вылупившиеся личинки имеют длину 7-8 мм. Первое время они в массе держатся в районе вылупления, а затем часть их постепенно разносится течениями на более широкие акватории. Однако основные концентрации личинок все-таки приурочены к местам нереста.

Личинки с желточными мешками (их называют также предличинками) держатся в поверхностных слоях воды и не питаются несколько дней. По мере резорбции желточного мешка они переходят на активное питание.

Примерно через 2-3 нед после вылупления личинки перестают попадаться в планктонную сеть. В связи с этим возникло неправильное представление, что они выносятся течениями за пределы губ, в которых вывелись. Однако это не так. В некоторые годы в губе Чупа при лове на высоких скоростях попало большое количество личинок. Таким образом, их исчезновение было связано скорее всего с приобретением личинками достаточной подвижности, позволяющей избегать орудия лова, и с большей разреженностью особей, поскольку у личинок длиной 15-25 мм еще не выражено стайное поведение. Со второй половины июля в прибрежной зоне мальковым неводом с мелкоячейной „рубашкой” можно выловить еще прозрачных, но уже довольно крупных личинок. По мере роста личинки приобретают интенсивную пигментацию, а с развитием чешуи они превращаются в мальков, стаи которых держатся у берегов до 10-13 августа. Дальнейшие наблюдения за сеголетками сельди в губе Чупа довольно затруднительны, так как мальки отходят от берегов и, вероятно, смешиваются с более крупной сельдью, на что указывают случаи поимки осенью жаберными сетями молоди длиной 6-7 см вместе с половозрелой сельдью. В октябре при донном тралении в губе Сорока (Онежский залив) обычно с половозрелыми особями вылавливали и сеголетков. К сожалению, рельеф дна губы Чупа и прилежащих районов не позволяет использовать донный трал. В Кандалакшском заливе донное траление удалось провести в октябре только в проливе Великая Салма. Этот улов имел явно смешанный характер - от сеголетков до старших возрастных групп. Видимо, при миграциях на зимовку половозрелые рыбы отделяются от ювенильных особей, так как весной в заколах среди нерестующей сельди

неполовозрелые экземпляры не встречаются (за исключением многопозвонковых сельдей и очень редко — молоди крупной ивановской сельди). Молодые особи по мере приближения половозрелости присоединяются к взрослым сельдям и пополняют стадо, нерестящееся весной.

## ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ СЕЛЬДИ, ВЫЛУПЛЕНИЕ ЛИЧИНОК И ИХ ВЫРАЩИВАНИЕ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Содержание икры и личинок сельди в экспериментальных условиях позволяет не только более тщательно проследить некоторые биологические особенности, но и выявить моменты, не улавливаемые при полевых исследованиях в силу кратковременности или редкости происходящего явления. Первые работы по искусственному выращиванию беломорской егорьевской сельди (Иванченко, Иванченко, 1969; Иванченко, 1975а, 1975б) были интересны уже потому, что в природе не удавалось получить непрерывного материала, отражающего весь процесс развития сельди от личинки до малька. С тех пор на Беломорской биологической станции Зоологического института АН СССР почти ежегодно проводят инкубацию икры и выращивание личинок сельди, и каждый раз открываются все новые аспекты изучения и расширяется круг научных поисков.

Для экспериментальных работ использовалась икра, отложенная сельдью на бурые водоросли или искусственные субстраты. Кроме того, получали икру, искусственно оплодотворенную в чашках Петри и других емкостях. Для работы брали из заклада сельдь с текучими половыми продуктами. Применялось несколько способов получения оплодотворенной икры. Если требовалось небольшое количество икры, оплодотворение производили по „мокрому“ способу (Галкина, 1963) в чашках Петри. С этой целью сперму рыб разводили в морской воде. Затем у текучих самок вынимали яичники и осторожно надрезали в нескольких местах. Икру „растряхивали“ в воде с разведенной спермой. Соприкоснувшись с субстратом, икринки приклеивались к нему. Через 5–10 мин в сосуде меняли воду, чтобы удалить остатки спермы. Икру инкубировали, меняя воду 2–4 раза в сутки.

При получении большого количества икры применялся тот же способ, но с некоторыми модификациями. В эмалированные емкости (медицинские кюветы, тазы, ведра, ванны) наливали морскую воду и разводили сперму от нескольких самцов. На дно сосудов помещали свежий еловый лапник. У самок вынимали яичники и „растряхивали“ икру в воде со спермой. Икринки падали на еловый субстрат и приклеивались к нему. Лапник поворачивали и „засеивали“ икрой равномерно со всех сторон (рис. 7). После этого несколько раз меняли воду и примерно

Т а б л и ц а 1

Влияние температуры на продолжительность инкубации икры егорьевской сельди в чашках Петри

Высокие температуры		Низкие температуры			
Дата	T°	Дата	T°	Дата	T°
29 1У*	-0.2	29 1У*	-0.2	20 У	3.0
30 1У	10.5	30 1У	2.2	21 У	3.5
1 У	10.0	1 У	6.0	22 У	7.0
2 У	10.0	2 У	3.0	23 У	2.0
3 У	8.5	3 У	3.0	24 У	0.8
4 У	10.0	4 У	4.0	25 У	3.5
5 У	11.5	5 У	7.5	26 У***	10.0
6 У	9.8	6 У	3.0	27 У	5.0
7 У	10.0	7 У	5.0	28 У	5.0
8 У	10.0	8 У	5.5	29 У	0.0
9 У	11.0	9 У	4.0	30 У	2.0
10 У	10.0	10 У	3.0	31 У	3.7
11 У	11.0	11 У	3.5	1 У1	4.2
12 У	9.5	12 У	2.2	2 У1	5.5
13 У**	9.0	13 У	0.2	3 У1	4.0
14 У	13.0	14 У	0.5	4 У1	4.7
		15 У	2.0	5 У1	7.6
		16 У	2.0	6 У1	8.0
		17 У	4.0	7 У1	8.0
		18 У	9.0	8 У1	8.0
		19 У	4.0	9 У1	8.5

\* Оплодотворение.

\*\* Вылупление на 14-15-е сутки после оплодотворения.

Средняя длина личинок 7.2 мм.

\*\*\* Вылупление на 27-42-е сутки после оплодотворения.

Средняя длина личинок, вылупившихся 1 июня, 7.9 мм, 9 июня - 8.7 мм.

через час субстрат с приклеенной икрой погружали в море или помещали в ванны с аэрируемой морской водой.

Кроме того, был использован еще один метод получения икры, который заключался в том, что сельди сами откладывали икру на искусственный субстрат. Для этого в дно плавучего садка из дели (длина 3 м, ширина 1.5, высота 0.6 м) втыкали вертикально еловые ветки. Текучих сельдей из закола помещали в подготовленный садок. Как правило, в течение суток все сельди в садке оказывались выбойными, а икра была отложена на еловый субстрат. При этом ветки ели, которые ко времени

нереста оторвались от дна садка и всплыли, оказались без икры, т. е. сельди откладывали икру только на ветви, имевшие вертикальное положение. Получение икры в садках проводили по открытой воде, хотя, по-видимому, подобные работы можно выполнять и со льда, помещая садки в проруби.

На продолжительность инкубации икры существенное влияние оказывала температура воды. В зависимости от термических условий вылупление личинок в чашках Петри происходило на 14-15-е или 27-41-е сутки (табл. 1).

При инкубации икры в море еловые ветки с икрой связывали в большие пучки и затапливали в сублиторали. Пучки плавали на глубине 30-100 см от поверхности воды. Результаты инкубации икры в море на еловом субстрате приведены в табл. 2.

Еловый лапник оказался хорошим субстратом, так как на протяжении всего периода инкубации икры он сохранял свежесть. Благоприятной для инкубации оказалась сама структура еловых ветвей. Торчащие во все стороны хвоинки при оплодотворении икры препятствовали ее склеиванию в многослойные комки: икра распределялась равномерно и довольно разреженно. Это способствовало хорошим условиям аэрации и обеспечивало высокий процент выхода личинок. К концу инкубационного периода на еловом лапнике имелись лишь единичные мертвые, побелевшие икринки.

Продолжительность инкубации икры беломорской сельди в море на еловом субстрате была примерно такой же, как и на естественных нерестилищах, находящихся в сублиторали. Как правило, вылупление личинок происходило в конце мая-первых числах июня, но в некоторых случаях затягивалось до середины июня.

Следует подчеркнуть особое значение для вылупления личинок температуры. Сформированные эмбрионы могут продолжительное время не вылупляться, если температура воды в море не поднялась до 8-9 °С. После установления этой температуры начинали вылупляться личинки из икры различных сроков оплодотворения. Так, в опытах 1968 г. имелись три партии икры, со сроками оплодотворения 28 апреля, 4 мая и 14 мая (табл. 2). 5 июня при температуре около 10 °С из всех партий одновременно были получены личинки.

Помещение икры с готовыми к вылуплению эмбрионами в воду с более низкой температурой (5-6 °С) увеличивает сроки инкубации на неделю и более. Наступающее затем при этих же температурах вылупление личинок растягивается до нескольких дней.

Для получения массового экспериментального материала эффективным оказалось слабое подсушивание субстрата с икрой, т. е. выдерживание его на воздухе во влажной среде около часа при температуре 8-10 °С. Из икры, помещенной после этого в воду той же температуры, вскоре начинался дружный массовый выклев.

Влияние температуры воды в море на продолжительность инкубации икры на еловом субстрате в разные годы

1968				1970			
Дата	T°	Дата	T°	Дата	T°	Дата	T°
28 1У*	-0.5	20 У	2.1			20 У	2.3
29 1У	-0.3	21 У	1.7			21 У	3.0
30 1У	-0.3	22 У	1.7			22 У	3.0
1 У	-0.2	23 У	1.7			23 У	0.5
2 У	-0.2	24 У	2.1			24 У	0.2
3 У	-0.4	25 У	3.1			25 У	2.5
4 У	0.0	26 У	3.3			26 У	3.5
5 У	0.0	27 У	3.8			27 У	4.0
6 У	0.2	28 У	4.5	6 У	0.0	28 У	4.9
7 У	0.3	29 У	5.7	7 У	0.0	29 У	5.0
8 У	0.3	30 У	6.5	8 У	0.3	30 У	5.1
9 У	0.4	31 У	7.0	9 У	0.5	31 У	5.2
10 У	0.8	1 У1	6.0	10 У	0.9	1 У1	5.4
11 У	1.4	2 У1	7.0	11 У	1.0	2 У1	5.5
12 У	1.7	3 У1	7.3	12 У	1.0	3 У1	6.5
13 У	1.5	4 У1	8.0	13 У	1.5	4 У1	7.2
14 У*	0.5	5 У1**		14 У	2.0	5 У1	8.2
15 У	1.1			15 У	2.6	6 У1***	
16 У	0.5			16 У	2.0		
17 У	0.5			17 У	2.0		
18 У	0.8			18 У	2.5		
19 У	2.4			19 У	3.0		

\* Оплодотворение.

\*\* Вылупление личинок при температуре воды 10 °С.

\*\*\* Вылупление личинок при температуре 9.1-10.3 °С.

При скоплении большого количества личинок в ограниченных емкостях в результате дефицита кислорода может прекратиться вылупление. В этом случае необходима частичная замена воды, после чего выход личинок из оболочек возобновляется.

Процесс вылупления личинок протекает, как правило, нормально при наличии икры хорошего качества - здоровой, расположенной в 1-2 слоя. Работа осложняется, если икра развивалась на заилленном субстрате, в многослойных кладках или в районах с повышенной зараженностью грибом. На заилленных субстратах к концу эмбриогенеза икра может быть мертвой на 30-90%. Кроме того, многие личинки, полученные из таких кладок, погибают или вскоре после вылупления, или в течение

нескольких ближайших часов. Отмечались случаи, когда оставшиеся в живых личинки практически не переходили на активное питание. Аналогичные явления наблюдаются при работе с многослойными кладками, в которых при недостаточном водообмене и повышенных температурах практически гибнет вся икра. Кладки из зараженных участков, помещенные в хорошо аэрируемые аквариумы при температуре воды 8–10 °С, через несколько дней покрываются налетом (наподобие войлока), состоящим из гифов грибов. В этом случае личинки вылупляются, однако процент особей, переходящих на активное питание, колеблется в широких пределах.

Среди причин, вызывающих гибель личинок в момент вылупления, следует отметить поражение последних стрекательными клетками гидроидного полипа обелия (факт, отмеченный в аквариуме сотрудником БС Д. Л. Лайусом). Полипы живут на естественных субстратах с икрой. Обелия только стрекает личинок при их случайном соприкосновении с венчиками шупалец, но не в состоянии воспользоваться столь крупной добычей. Пораженные личинки некоторое время удерживаются полипом, а затем отваливаются от него. На дне сосуда под местом расположения полипов накапливаются мертвые, побелевшие личинки. Не исключено, что на естественных нерестилищах при больших скоплениях обелии также погибает много личинок.

После вылупления личинки сельди плывут по направлению к источнику света, что используют для концентрации личинок и дальнейшего рассаживания их в выростные емкости. В зависимости от поставленных задач при работе с личинками использовались емкости различных форм и размеров. Наиболее удобными оказались кристаллизаторы объемом от 2,5 до 11 л, стеклянные круглые банки (около 14 л), а также аквариумы из органического стекла от 30 до 200 л. При переходе к выращиванию сразу же возникала проблема плотности посадки. В момент рассаживания плотность молоди довольно трудно учесть даже приблизительно. О норме посадки можно было судить по косвенным признакам. Так, если в течение первого часа при температуре 9–10 °С не наступал дефицит кислорода, на что указывало активное поведение личинок, то такая концентрация личинок считалась нормальной. Каждая личинка благодаря волнообразным движениям тела некоторое время перемещалась, а затем парила несколько секунд в толще воды. После этого опять начиналось движение, которое чередовалось с непродолжительным парением. При движении личинки касались кончиком рыла поверхностной пленки воды.

Совершенно иначе вели себя личинки при повышенных плотностях посадки. У них через некоторое время отмечалось увеличение продолжительности периода покоя. Такие личинки, закончив парение и коснувшись дна, не возобновляли волнообразных движений, а лежали некоторое время на дне сосуда.

Затем происходили незначительные перемещения, чередовавшиеся с продолжительным отдыхом. Постепенно основная масса личинок скапливалась на дне. Личинки шевелились, но довольно редко всплывали. В таких случаях необходимо срочно рассаживать личинок в несколько сосудов. Если же рассаживание не представляется возможным, то нормальное состояние личинок можно поддерживать частой сменой воды или применяя легкую аэрацию.

Оптимальной оказалась плотность посадки не более 50 личинок на 1 л воды. Необходимо учесть, что при снижении температуры до 5-6 °С личинки становятся малоподвижными и практически не плавают. Поэтому поведение их при такой температуре не может служить критерием для определения нормы посадки.

Воду в сосудах, где выращивали личинок, меняли до 4-5 раз в сутки. Объем воды постепенно увеличивали, так как по мере роста молодь становилась активнее и нуждалась в большем пространстве. Двухмесячных личинок обычно содержали при плотности 3-5 экз. на 1 л воды, при этом воду меняли 2 раза в сутки на 3/4 объема.

Для освещения применяли лампы дневного света мощностью 40-60 вт, которые находились на расстоянии 10-15 см от поверхности воды.

Как известно, перевод личинок рыб на активное питание является очень важным моментом, который зачастую предопределяет успех или неудачу их выращивания. В эксперименте этот процесс обычно происходил следующим образом. После вылупления личинки несколько суток не получали никакой пищи и существовали за счет запасов желточного мешка. В этот период регулярно меняли воду в аквариумах и отбирали мертвых личинок, число которых было незначительным. В зависимости от конкретных условий (температуры воды, состояния личинок и их поведения) первое кормление начинали на 2-6-е сутки после вылупления. Для этого использовали желток вареного куриного яйца, который протирали через мельничный газ или почвенное сито и смешивали с водой, и полученную взвесь небольшими порциями добавляли в сосуды с личинками. В первые дни не все личинки в одинаковой степени хорошо брали яичный желток. При значительных размерах желточного мешка питаться гранулами яичного желтка начинали лишь единичные личинки. В основном желтком питались особи с едва заметным желточным мешком или вообще без него. Кормление гранулами желтка продолжалось 5-8 сут. Но обычно уже на 3-и сутки после начала кормления основная масса личинок имела в кишечниках гранулы желтка (рис. 8).

Когда примерно половина личинок уже питалась яичным желтком, в сосуды добавляли морской планктон. Лов планктона проводили в поверхностном слое воды сетью из мельничного

газа № 64. Постепенно основная масса личинок переходила на питание планктоном, и только у небольшой их части в кишечниках все еще встречался яичный желток. Период комбинированного кормления яичным желтком и планктоном занимал от 3 до 14 сут. На продолжительность питания яичным желтком существенное влияние оказывал состав выловленного планктона. Было установлено, что наиболее успешно личинки переходили на питание живым кормом при наличии в планктоне науплиусов рачка *Pseudocalanus elongatus*. В некоторых опытах, когда в планктоне было много науплиусов этого рачка, удавалось вырастить личинок сельди только на живом корме (без яичного желтка (рис. 9)). В кишечниках таких личинок были обнаружены исключительно науплиусы. Таким образом, если вылупление личинок совпадало по времени с пиком появления науплиусов указанного рачка, то переход на активное питание протекал без осложнений. Несовпадение этих моментов по срокам при экспериментальном выращивании сельдей вызывало некоторые трудности. Использование яичного желтка позволяло предотвратить голодание личинок в случае отсутствия подходящего планктона. И хотя сам по себе вареный яичный желток не является полноценным кормом (при кормлении только желтком личинки погибали через 10-20 сут), роль его как дополнительного компонента в пищевом рационе при переводе на активное питание весьма существенна.

При отсутствии или внезапном исчезновении из верхних горизонтов моря науплиусов *Pseudocalanus elongatus* наблюдалось резкое снижение количества личинок с пищей в кишечниках, несмотря на то что личинки пытались охотиться за планктерами других видов. У некоторых особей обнаруживались такие нехарактерные для нормального питания личинок сельди объекты, как пыльца наземных растений и водоросль *Coscinodiscus* sp. Появление в кормовом планктоне достаточного количества молоди *Pseudocalanus elongatus* сразу улучшало условия питания личинок. При этом питались все особи, и спектр питания практически сужался до одного вида. Только в исключительных случаях в кишечнике отмечались такие виды, как *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia longiremis*.

Кормление личинок в возрасте 1-1,5 мес и старше уже не вызывало особых затруднений. Планктон для них ловили на различных глубинах вплоть до 30 м. При экспериментальном выращивании сельди в кишечниках обнаружены следующие виды: *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia longiremis*, *Microsetella norvegica*, *Synchaeta* sp., *Evadne nordmanni*, *Oncaea borealis*, *Centropages hamatus*, *Podon leucartii*, *Metridia* sp.

Продолжительность выращивания беломорской сельди составила от 72 до 150 сут. Как видно из табл. 3, размеры молоди

Длина личинок и мальков беломорской сельди  
в опытах 1967-1970 гг.

Возраст (сут)	Длина, мм			Количество экзем- пляров
	минимальная	максимальная	средняя	
Выклев	7.4-8.0	8.7-8.9	8.0-8.4	214
10	8.6-9.6	10.3-11.5	9.5-10.3	108
20	10.5-11.7	12.5-14.8	11.6-13.3	200
30	10.7-14.7	16.4-17.0	13.5-15.9	103
60	14.0-23.0	28.2-46.0	21.5-31.2	94
90	25.0-31.0	40.0-48.0	34.7-37.5	87
120	41.5	50.0	47.4	60
150	45.5	60.0	50.8	22

одного возраста значительно варьировали. Измерение длины личинок и мальков проводилось от начала рыла до конца краевых лучей хвостового плавника. Промеры выполнены только на живом материале.

Одним из факторов, лимитирующих численность выращиваемой в опытах сельди, является ее поражение паразитическими грибами. Грибы появлялись на молоди вскоре после ее перехода на активное питание, и у личинок в возрасте 20-30 сут обычно наблюдалась большая гибель. Гифы грибов сначала обнаруживаются на плавниковой кайме и хвостовом плавнике, затем на глазах, жабрах и челюстях. Постепенно они проникают в мускулатуру тела. Происходила деформация челюстей у личинок в результате разрушения грибом хрящевых образований. Гибель молоди от грибкового поражения продолжалась до 1,5-2-месячного возраста. Выжившие личинки избавлялись от грибкового заболевания и превращались в мальков. При грибковом поражении до стадии малька (появление чешуи) удавалось довести не более 13% вылупившихся личинок. В более поздних экспериментах удалось практически полностью избавиться от грибкового заболевания посредством улучшения условий содержания (аэрация воды и более частая ее замена). При благоприятных условиях содержания в некоторых опытах до стадии малька удавалось довести около 90% вылупившихся особей.

В процессе искусственного выращивания беломорской сельди констатирована гибель личинок в результате их заражения паразитическими червями (Иванченко, Гроздилова, 1971). При этом у отдельных, внешне здоровых особей была замечена некоторая вялость в движениях. В дальнейшем такие личинки ложились на дно и погибали. Исследование позволило обнаружить в их пищеварительном тракте цестоду *Scolex pleuronectis* и трематоду *Brachyphallus crenatus*.

*Brachyphallus crenatus* оказалась основным паразитом сельди, выращенной в искусственных условиях. В пищеварительном тракте рыб трематоды вели себя довольно активно. На ранних стадиях развития личинок сельди сосальщики встречались в передней, средней и задней частях пищеварительного тракта (рис. 10). С момента анатомического обособления желудка они локализовались в его кардиальном и пилорическом отделах (рис. 11). У молоди в возрасте 1,5–2 мес интенсивность заражения не превышала 3 экз., у 3–5-месячных особей она колебалась от 1 до 20 гельминтов. Таким образом, с возрастом хозяина повышалась интенсивность его заражения.

В личинках и мальках сельди *Brachyphallus crenatus* была представлена особями от ювенильных до зрелых форм с большим количеством яиц в матке. Этот паразит встречался с конца июля до начала ноября у молоди размером от 17 (возраст 39 сут) до 50 мм (возраст 103–105 сут). На протяжении всего этого периода отмечались паразиты младших стадий развития, что свидетельствует о постоянном наличии источника заражения. У 3–5-месячных особей преобладали паразиты поздних стадий. Вероятно, присутствие большого числа паразитов у молоди этого возраста оказывало неблагоприятное влияние на рост и развитие рыб. Так, мальки, зараженные 1–3 сосальщиками, в октябре имели размер 47–50 мм, в то время как мальки, в желудках которых обнаружено 15–20 гельминтов, достигали такого же размера на месяц позже.

Отмечено, что у молоди младших возрастных групп (1,5–2 мес) сосальщики затрудняли прохождение пищи по пищеварительному тракту, вызывали закупорку кишечника. Кроме того, были случаи механического повреждения эпителия слизистой и прободения гельминтами стенки желудка. Все это свидетельствует о несомненном патогенном воздействии *Brachyphallus crenatus*, которое в ряде случаев приводило к гибели личинок беломорской сельди при ее искусственном выращивании. Цикл развития *Brachyphallus crenatus* неизвестен. Можно предполагать, что заражение молоди происходило через планктонные организмы, служившие кормом для личинок и мальков.

Другим патогенным видом оказался сосальщик *Lecithaster gibbosus* (Иванченко, Гроздилова, 1981б). Он встречался у личинок длиной 16,5–24,0 мм. Паразиты активно перемещались в полости средней кишки. На живых особях под биноклем благодаря прозрачным стенкам кишечника хорошо видно, что для передвижения паразит использует присоски. Прикрепившись одновременно двумя присосками, он производит сократительные движения телом, после чего перемещает одну из присосок. Сократительные движения настолько сильны, что при этом значительно прогибается стенка кишечника. Вероятно, основное патогенное воздействие сосальщика заключалось в механическом повреждении слизистой пищеварительного тракта,

в результате чего наступало ослабление и последующая гибель личинок сельди.

В результате экспериментальных работ получен материал, на основании которого удалось полностью проследить морфогенез сельди от личинки до малька и выделить определенные ступени развития (в естественных условиях обычно удавалось выловить в море только личинок, находящихся на ранних или поздних стадиях развития, а также мальков; личинки промежуточных стадий развития, как правило, отсутствовали). При анализе личиночного развития оказалось удобным использовать принцип периодизации раннего онтогенеза костистых рыб, предложенный Рассом (1946). Этим автором выделено две категории ступеней развития — фазы и стадии, характеристика которых дается по морфологическим признакам. Различают 3 фазы постэмбрионального развития. Фаза предличинки характеризуется наличием желточного мешка. Фаза личинки (*larvae*) подразделяется на 2 стадии: неоформившейся личинки (*larvae I*) с эмбриональной плавниковой складкой, лишенной лучей, и оформившейся личинки (*larvae II*) с лучами в спинном и анальном плавниках. Для фазы малька характерно появление чешуи на боках тела.

Принимая за основу периодизации признаки, предложенные Рассом, для беломорской сельди по материалам искусственного выращивания было выделено 10 стадий развития (Иванченко, 19756). При этом фаза предличинки и фаза малька были обозначены как стадии, а фаза личинки разбита на 8 стадий. Под термином „стадия“ подразумевается временной интервал развития особи, на протяжении которого последняя характеризуется определенными морфологическими чертами строения. Учитывалась возможность практического использования предложенной классификации. Поэтому при выделении стадий в первую очередь обращалось внимание на наиболее заметные и доступные для определения на живом и фиксированном материале морфологические признаки. Основные характеристики стадий развития беломорской сельди (все данные получены на материале, зафиксированном в жидкости Буэна) следующие.

I. Длина 6.5–8.2 мм; масса 0.5–0.7 мг; наличие желточного мешка (предличинка по Рассу).

II. Длина 8.0–9.5; масса 0.6–0.8 мг; отсутствие желточного мешка (визуально) и зачатков опорных элементов непарных плавников.

III. Длина 8–11 мм; масса 0.4–1.5 мг; появление зачатков опорных элементов спинного плавника и появление зачатков гипуралий.

IV. Длина 10–13 мм; масса 0.8–3.0 мг; формирование заднего края спинного плавника и образование зачатков опорных элементов анального плавника; каудальный конец хорды прямой.

V. Длина 11–15.3 мм; масса 2.4–5.4 мг; изгибание каудального конца хорды вверх и формирование хвостового плавника без вырезки.

VI. Длина 14,8–18,7 мм; масса 4,5–14,0 мг; развитие хвостовой лопасти и формирование на ней вырезки; нет зачатков носовых перегородок.

UP. Длина 17,0–20,5 мм; масса 11–17 мг; начало формирования носовых перегородок.

УШ. Длина 20,3–23,5 мм; масса 22–36 мг; завершение смыкания носовых перегородок.

IX. Длина 22–31 мм; масса 34–82 мг; завершение формирования брюшной части туловищной мускулатуры (средняя кишка становится невидимой под покрывающей ее мускулатурой; чешуи нет).

X. Длина 29–52 мм и более; масса 130–1400 мг и более; появление и развитие на теле чешуи (малек по Рассу).

Размерно-массовые показатели молоди при одинаковых прочих морфологических характеристиках значительно варьируют как при искусственном выращивании, так и в естественных условиях. Характеристика молоди сельди на основании предложенных, более подробно выделенных стадий в сочетании с размерно-массовыми параметрами позволяет точнее определить состояние личинок и мальков и оценить условия, в которых они формировались.

Таким образом, данные, полученные в результате выращивания молоди в искусственных условиях, расширяют представления о биологических особенностях сельди в период раннего онтогенеза и могут быть использованы при разработке теоретических основ марикультуры сельди на Белом море.

## О СТЕПЕНИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ БЕЛОМОРСКИХ СЕЛЬДЕЙ

Правильное проведение рыбохозяйственных мероприятий на любом водоеме должно базироваться на знании биологии населяющих его основных видов. Прогнозирование запасов, определение норм вылова по отдельным районам моря, рыбоводные работы могут основываться только на конкретном научном материале. Однако в биологии сельдей Белого моря имеется еще немало вопросов, требующих своего разрешения. Так, до сих пор нет единого мнения относительно представления о внутривидовой структуре беломорских сельдей и степени локализации их отдельных группировок.

Для Белого моря описано несколько форм сельдей, характеризующихся определенными признаками (Рабинерсон, 1925; Аверинцев, 1928; Дмитриев, 1946; Световидов, 1952; Тамбовцев, 1957, и др.): многопозвонковые сельди (56–59 позвонков), живущие в море только в возрасте 2–3 лет и никогда в нем не размножающиеся, и малопозвонковые сельди (52–55 позвон-

ков), весь жизненный цикл которых протекает в пределах Белого моря. В прежние годы при интенсивном заходе многопозвонковой (мурманской) сельди в Белое море она составляла значительную часть промысла. В последнее время в связи с резким общим уменьшением запасов многопозвонковой сельди в Белом море она практически не отмечается.

Малопозвонковые сельди Белого моря подразделяются на крупных и мелких. В литературе отдельные популяции беломорских сельдей называют по-разному: биологические стада, формы, расы, локальные стада и т. д., подразумевая под этим определенную степень дифференцировки малопозвонковых сельдей, основанную на тех или иных признаках — темпе роста, сроках полового созревания, условиях нереста, местах обитания и других. Так, в Кандалакшском заливе выделяют единое стадо мелких сельдей — егорьевских — и крупную форму — ивановских. В Онежском заливе различают два стада мелкой сельди — онежское и покровское. В Двинском заливе также имеются два отдельных биологических стада мелкой сельди — двинское и устьянское. Сельдь Мезенского залива занимает промежуточное положение среди крупных и мелких форм и выделена в самостоятельное „племя“ (Дмитриев, 1946; Тамбовцев, 1947, 1957). Кроме перечисленных сельдей, имеются также крупные формы, обитающие в центральной части Белого моря (районы Поньгома, Шуерецкого острова и Соловецких островов) (Тамбовцев, 1957).

Для рационального ведения рыбного хозяйства необходимо представлять степень обособленности перечисленных группировок сельди. Часть исследователей придерживаются утвердившегося в литературе мнения о существовании в Белом море изолированных локальных стад и находят этому подтверждение, применяя современные методики (Биология..., 1975). Некоторые авторы интерпретируют имеющиеся в литературе, а также приводят собственные данные в пользу наличия единого стада сельди в Белом море (Экология..., 1978). Отсутствие четкого представления о степени дифференцировки беломорских сельдей затрудняет правильное планирование норм вылова для отдельных заливов и создание единого плана рыболовных мероприятий по повышению эффективности воспроизводства сельди. Все это ставит ученых перед необходимостью проведения комплексных исследований по всему Белому морю с целью выработки единого представления по этой проблеме, имеющей важное хозяйственное значение.

Изучение степени дифференцировки малопозвонковых сельдей Белого моря затруднительно. У этих сельдей при традиционных морфометрических исследованиях не удается выявить четких различий. Нужны многогранные исследования, которые позволят оперировать при анализе большим количеством признаков, выявленных на разных этапах онтогенеза.

Мухомедияров (1975), критикуя концепцию Лапина (1966а, 1966б, 1971) о единстве стада сельдей Белого моря, приводит обширный материал (литературные и собственные данные) в пользу существования локальных стад и особо подчеркивает, что правильное разрешение этого вопроса имеет промышленное значение.

Анализируя пигментный рисунок личинок рода *Clupea*, Душкина (1975) выделяет три типа пигментации. Различия в пигментации личинок Белого моря (мелкая кандалакшская и онежская сельди) позволяют сделать предположение об их генетической неоднородности, которая обуславливает локальную разобщенность некоторых форм беломорских сельдей.

Кариологические исследования сельди, проведенные Скворцовой (1974а, 1974б, 1975), показали, что в Белом море имеются две группы малопозвонковых сельдей с разными кариотипами. Оказалось, что в Кандалакшском заливе встречаются формы с двумя типами хромосом - мелкая егорьевская ( $2n = 52$ ) и крупная ивановская ( $2n = 54$ ). Мелкие сельди Двинского и Онежского заливов имеют  $2n = 54$ .

Анатомо-гистологические исследования пищеварительной системы сельдей позволили обнаружить древнюю структуру в средней кишке - спиральный клапан - у салаки (Коровина, 1975б) и у беломорской егорьевской сельди (Коровина, 1975а). Были выявлены различия в строении спирального клапана этих рыб. Дальнейшие исследования показали различия в строении этого органа у беломорских малопозвонковых сельдей - егорьевской и ивановской (Коровина, Жук, 1982).

В строении зубного аппарата беломорских сельдей также имеются достоверные различия (Иванченко, Ким, 1982). Оказалось, что внутри исследованных групп возрастные различия (между половозрелыми и неполовозрелыми рыбами) практически не выражены. Различия среди половозрелых особей намечаются по количеству зубов на зубной кости между сельдями из Сорокской губы (Онежский залив) и из пролива Великая Салма (местное название - Подволочье) (Кандалакшский залив). Последние достоверно отличаются по этому признаку и от сельдей из губы Конюхова (Онежский залив). У неполовозрелых сельдей Сорокской губы и пролива Великая Салма достоверные различия имеются по количеству зубов на предчелюстной кости и, возможно, по числу зубов на зубной кости.

Степень локализации сельдей предстоит еще уточнить, и для этого потребуются дополнительный фактический материал. Однако в настоящее время уже можно утверждать, что существует репродуктивная изоляция у отдельных групп беломорских сельдей. Для разработки теоретических основ марикультуры сельди на Белом море это положение очень важно. Отработку приемов получения икры и сохранения личинок в разных заливах необходимо проводить в соответствии с конкретными эко-

логическими условиями воспроизводства определенных сельдей. Условия эти довольно разные. Так, например, температура воды во время нереста егорьевской и ивановской сельдей в Кандалакшском заливе различается на 6-10 °С. В связи с этим, вероятно, возникнут специфические условия при инкубации икры и переходе личинок на активное питание, по-разному пойдут процессы заражения патогенными паразитами и др. Правильное, научно обоснованное разграничение сельдей на отдельные группировки должно лежать в основе рационального ведения рыбного хозяйства на Белом море. Разрешение этой задачи позволит более точно определить нормы вылова для различных стад и создаст предпосылки для дифференцированной разработки способов интенсификации воспроизводства отдельных популяций.

### ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ЧИСЛЕННОСТЬ СЕЛЬДИ

Изучение беломорской сельди в естественных условиях, а также разведение и выращивание ее в эксперименте позволили выявить целый комплекс факторов, лимитирующих ее численность, и более полно оценить степень влияния каждого из них.

Основное условие сохранения численности вида на определенном уровне — достаточное количество производителей. При имеющихся естественных флуктуациях численности беломорской сельди необходимо представлять размеры запасов и четко вести работы по их прогнозированию. Это даст возможность правильно определять квоту вылова, соблюдение которой сохранит достаточное для воспроизводства нерестовое стадо. Научно обоснованная норма вылова, борьба с переловами, сохранение от вылова неполовозрелых особей — ведущие условия поддержания численности промыслового стада. Эти работы в настоящее время ведутся на Белом море, хотя встречаются примеры нарушения норм рыболовства. Так, неоднократно были констатированы случаи промыслового вылова „кильки“ (неправильное название неполовозрелой беломорской сельди).

Запрет на вылов нерестящейся сельди способствует сохранению необходимого количества производителей на естественных нерестилищах.

При нормальной обеспеченности нерестового стада производителями весьма важными факторами воспроизводства оказываются условия нереста и инкубации икры. Уже отмечалось, что икра, отложенная в зоне литорали или верхней сублиторали, в массе погибала, и на обширных площадях нерест оказывался безрезультатным. Неблагополучный нерест в течение ряда лет может за короткий срок привести к катастрофическому состоянию популяции, и потребует значительный период на ее естественное восстановление. Природные примеры гибели икры

весьма наглядны, поэтому понятно, что многие исследователи при анализе причин флуктуации численности сельди в первую очередь обращали внимание на степень сохранности икры на естественных нерестилищах и указывали на необходимость создания искусственных нерестилищ (Алтухов, 1953, 1963; Кузнецов, 1961; Кауфман, Русанова, 1965; Иванченко, 1975а, и др.).

Процесс вылупления личинок при наличии нормальных кладок и оптимальных условий инкубации икры обычно происходит без потерь. Через 3-5 сут после вылупления наступает наиболее ответственный период в жизни личинок - переход на активное питание. Здесь следует выделить два момента, определяющих численность на этом этапе. Во-первых, благополучный переход на активное питание связан с наличием необходимого корма и достаточной его концентрацией. Во-вторых, не все вылупившиеся личинки при нормальных условиях способны переходить на активное питание. Эксперименты показали, что стартовым кормом для личинок сельди служат в основном науплиусы рачка *Pseudocalanus elongatus* (Иванченко, 1975а). Концентрации этого корма значительно колеблются не только по годам, но и на различных участках сравнительно ограниченного района, каким является губа Чупа. Таким образом, в разные годы и на разных акваториях обеспеченность личинок кормом неодинакова. В некоторых случаях личинок не удавалось перевести на активное питание посредством естественного корма, так как необходимый корм появлялся уже после гибели личинок. Смертность личинок от голода в природе - процесс, практически скрытый от наблюдателя. Поэтому обратить на него внимание оказалось возможным только при экспериментальном выращивании молоди.

Разнокачественность вылупившихся личинок была выявлена экспериментальным путем (Иванченко и др., 1982). В литературе отмечается возможность существования среди вылупившихся личинок сельди не только явно выраженных (рис. 12), но и скрытых отклонений, определяющих физиологическую неполноценность особей, внешне не отличающихся от нормальных (Душкина, 1974). Эта физиологическая неполноценность, вероятно, в дальнейшем может вызывать гибель личинок в природе. При искусственном выращивании беломорской сельди оказалось, что не все внешне нормальные особи в одинаковой степени благополучно переходят на активное питание. В связи с этим для более точной характеристики состояния молоди была предложена методика качественной и количественной ее оценки по способности переходить на активное питание.

Личинок в количестве 100-200 особей помещали в кубический аквариум из органического стекла с длиной ребра 15 см. На боковые стенки аквариума надевали светонепроницаемый чехол с открывающейся сбоку прорезью для наблюдений. Сверху

аквариум освещали естественным светом, а при недостаточной освещенности — люминесцентной лампой мощностью 40 вт (в пасмурную погоду, вечером, ночью). Отсутствие бокового света и равномерное поверхностное освещение способствовали нормальному распределению личинок в емкости. Личинкам давали избыточный корм. По истечении определенного времени воду из аквариума отсасывали сифоном с фильтрующим устройством, чтобы не засосать личинок. Оставшуюся часть воды с молодью сливали в банку и фиксировали пробу формалином. У зафиксированных личинок под биноклем просматривали кишечники и подсчитывали процент питавшихся особей.

При соблюдении одинаковых условий опытов (температура и соленость воды, плотность посадки личинок, освещенность, экспозиция кормления, единообразие корма и его избыточность) можно одновременно ставить серию аквариумов с личинками, полученными с разных нерестилищ. Сравнение данных о количестве питающихся особей позволяло судить о состоянии исследуемой партии личинок и соответственно характеризовать нерестилища, с которых получены пробы для анализа.

Пробы с икрой непродолжительно выдерживали в кристаллизаторах с водой до выхода личинок. На протяжении всего периода содержания в кристаллизаторах личинки не получали никакой пищи. К опытам по кормлению приступали после частичной или полной резорбции желточного мешка. Для кормления личинок использовали желток вареного куриного яйца, пропущенный через мелкое сито. Продолжительность кормления во всех опытах была одинаковой и равнялась 1 ч. Основная масса опытов проводилась при температуре 8–13 °С.

Четыре наиболее характерных опыта в этой работе дали следующие результаты.

Опыт 1. Личинки вылупились 6–7 июня. К 9 июня у личинок более чем наполовину резорбировался желточный мешок, и часть из них поместили в экспериментальный аквариум для кормления. Количество питающихся особей после часового кормления составило 28.5%. К 11 июня желточные мешки у личинок в основном резорбировались, и количество питающихся особей достигло 50.3%. 12 июня основная масса личинок перешла на активное питание (77.7% питающихся особей). С 13 июня и в последующие дни (14, 15, 16 июня) процент питающихся личинок снижался (соответственно 73.5, 72.5, 50 и 24.5%). После 16 июня опыты по кормлению были прекращены, так как личинки начали беспорядочно плавать, у многих была нарушена координация движения, большая часть особей лежала на дне и не всплывала. Таким образом, личинки без пищи просуществовали 10 сут, после чего началась их гибель.

Опыт 2. Личинки вылупились 11 июня. Первое кормление, проведенное 14 июня, показало, что питается всего 12.6% личинок. 15 июня с пищей в кишечнике был 51% личинок.

16 июня количество питающихся особей уменьшилось до 36.3%, что, вероятно, связано со снижением температуры воды в эксперименте (7 °С), так как на следующий день, 17 июня, процент питающихся особей повысился до 40.7 при температуре воды 8.5 °С. 18 июня состояние личинок ухудшилось и питалось всего 9% особей. 19 июня опыт был прекращен.

Опыт 3. Личинки вылупились 18 июня. Первое кормление было проведено 19 июня. Число питающихся особей (в процентах) по дням было следующее: 19 июня - 20, 20 июня - 66.6, 21 июня - 78.4, 23 июня - 66, 25 июня - 28.2. 26 июня опыт был прекращен в связи с начавшейся гибелью личинок.

Опыт 4. Личинки вылупились 18 июня. Первое кормление было проведено 20 июня (питалось 40.3% особей). 21 июня питалось 89.6% личинок. В последующие дни наблюдалось снижение количества питающихся особей: 69% (23 июня), 42.2% (25 июня). 26 июня опыт был прекращен.

Из сопоставления полученных данных видно, что жизнеспособными оказались личинки из опытов 4 (максимум питающихся особей 89.6%), 3 (78.4%) и 1 (77.7%). Личинки в опыте 2 оказались плохого качества, так как среди них на активное питание перешло немногим более половины особей (51%). Таким образом, предложенная методика позволяет более глубоко проанализировать жизнеспособность личинок сельди и обнаружить скрытую причину гибели личинок в природе.

В море личинки сельди поедаются различными хищниками. Этот процесс довольно трудно охарактеризовать цифровым материалом. Наблюдения Свешникова (1963) показали, что медузы *Coryne tubulosa*, в массе появляющиеся в некоторые годы в прибрежной части моря, в больших количествах поедают личинок. В литературе есть данные, что взрослая беломорская сельдь питается собственной молодью (Чаянова, 1939). Нами также наблюдалась охота сельди за своей молодью в районе Беломорской биологической станции (мыс Картеш, губа Кривозерская). Небольшая стая сельдей ловила крупных личинок на глубине 2-3 м. Неводом удалось выловить эту стаю. Кроме сельди в улове было несколько корюшек и годовиков трески. Желудки взрослых сельдей были переполнены своей молодью длиной 2-3 см (у одной особи насчитывалось до 180 личинок). В желудках корюшек также было по несколько десятков личинок. Питание корюшки мальками сельди наблюдалось также в районе губы Палкина.

Сеголетки сельди, содержавшиеся нами в небольшом экспериментальном бассейне, подвергались нападению молоди камбал и креветок *Crangon crangon*, подсаженных в эту же емкость. Указанные хищники встречаются в большом количестве на песчаных и илисто-песчаных отмелях в районах, где довольно часто держатся стайки молоди сельдей. Можно предположить, что камбалы и креветки и в природе нападают на ли-

чинок и мальков сельди. Среди ракообразных, возможно, креветки *Eualis gaimardi* и мизиды *Mysis oculata* также питаются личинками сельди (Константинова, 1963).

К. А. Алтухов (устное сообщение) констатировал массовую гибель вылупившихся личинок, возникшую в связи с разыгравшимся штормом. Казанова (1957), работавшая в 1952 г. на нерестилищах онежской сельди, предположила, что вследствие сильного ветра значительная часть только что вылупившихся предличинок погибла на нерестилище от волн. Эти уникальные наблюдения позволяют представить урон, наносимый воспроизводству сельди погодными условиями.

Следует особо обратить внимание на вероятную элиминацию молоди сельди в природе в результате паразитарных заражений. При искусственном выращивании личинок отмечалось патогенное воздействие на них сосальщиков *Brachyphallus crenatus* и *Lecithaster gibbosus* (Иванченко, Гроздилова, 1971, 1981б). После установления этого факта было специально проведено сравнительное изучение экстенсивности заражения сосальщиками личинок сельди, выращенных в аквариуме при кормлении естественным морским планктоном, и личинок, выловленных в природе (Иванченко, Гроздилова, 1981а). Личинки в эксперименте вылупились 5 июня 1979 г. При их обследовании 18 и 26 июня паразиты не найдены. В последующие дни найдены *Brachyphallus crenatus* и *Lecithaster gibbosus*. Общая экстенсивность заражения молоди составила: 2 июля - 4%, 11 июля - 10, 23 июля - 30, 30 июля - 52, 7 августа - 58, 13 августа - 68%. Приблизительно в те же сроки обследовали материал, выловленный в море. 17, 19, 25 июня и 4 июля паразиты не были найдены. Указанные сосальщики появились с 9 июля. Общая экстенсивность заражения составляла: 9 июля - 8,2%, 17 июля - 57, 26 июля - 76, 3 августа - 68%. Таким образом, нарастание экстенсивности заражения протекало приблизительно одинаково в аквариуме и в море. По-видимому, результаты, полученные в эксперименте, можно экстраполировать и на природные условия. Это существенно, так как в эксперименте по выращиванию сельдей выявлена высокая гибель личинок ранних стадий, зараженных сосальщиками. Обнаружение гибели личинок в результате паразитарных инвазий стало возможным исключительно благодаря разработке методики искусственного выращивания беломорской сельди.

Элиминация молоди на ранних стадиях - вопрос очень важный. В июле 1981 г. в губе Чупа зараженность личинок сельди сосальщиками доходила до 90%. Если учесть, что 50% гибели молоди (по экспериментальным данным) обусловлено паразитами, то можно ожидать довольно высокую смертность личинок в природе. В естественных условиях заражение *Brachyphallus crenatus* и *Lecithaster gibbosus* может быть

и низким: например, 23 июля 1980 г. в губе Медвежья (Кандалакшский залив) общая экстенсивность заражения составляла всего 22%. Все это дает основание полагать, что в естественных условиях паразиты являются серьезным фактором, отрицательно влияющим на численность сельди.

Существуют, вероятно, и другие, пока скрытые или трудно учитываемые формы элиминации сельди, степень значимости которых может неожиданно оказаться довольно высокой. Среди известных и проанализированных в данной работе факторов, лимитирующих численность сельди, самые существенные — обуславливающие массовую гибель икры и личинок.

На современном этапе разработка и внедрение в практику способов повышения эффективности воспроизводства беломорской сельди — основная задача ее марикультуры. Знание особенностей биологии данного вида на ранних этапах жизненного цикла является необходимой предпосылкой для решения этого важного в практическом отношении вопроса.

#### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА БЕЛОМОРСКОЙ СЕЛЬДИ

Повышение эффективности воспроизводства сельди связано с получением достаточного количества икры, обеспечением нормальных условий ее инкубации и сохранением личинок на ранних этапах развития. Возможность управления этими процессами обуславливает целесообразность мероприятий по воспроизводству сельди.

На Белом море места естественного нереста сельди в основном известны. В губе Чупа они располагаются в районах, приближенных к зимовальным скоплениям производителей. Уже с осени эхолотометрические съемки, контрольные и промысловые выловы сельди позволяют установить размеры косяков, готовящихся к зимовке. Наличие таких скоплений определит характер весенних работ по получению икры.

Как уже отмечалось, на естественных нерестилищах большое количество икры может погибать в результате воздействия абиотических факторов. Поэтому предлагалось собирать выбросы водорослей с отложенной икрой; ставился также вопрос о создании специальных искусственных нерестилищ для сельди. Удалось подобрать хороший нерестовый субстрат — еловый лапник, на котором отложенная икра выживала практически полностью (Кауфман, Русанова, 1965; Иванченко, 1975а). Из практики рыболовства было известно, что сельдь в больших количествах откладывает икру на сетное полотно (капроновую дель) рыболовных сооружений, выставляемых в местах нереста. Наиболее сознательные рыбаки оставляли орудия лова с отложен-

ной на дели икрой в воде до вылупления личинок. Алтухов (1963) указывал на возможность использования капроновой дели в качестве основы для искусственных нерестилищ.

В 1976 г. сотрудники лаборатории марикультуры ПИНРО испытывали в губе Палкина различные нерестовые субстраты для сельди. Капроновая дель и еловый лапник были признаны наиболее перспективными для дальнейших исследований, так как на них выживало 97-99% икры (Душкина и др., 1978). В апреле 1977 г. начались более широкие испытания этих субстратов. С конца мая 1977 г. и в 1978-1979 гг. работы проводились совместно с сотрудниками Беломорской биологической станции Зоологического института АН СССР. Результаты работ изложены в общих статьях ПИНРО и ЗИН АН СССР (Душкина и др., 1978, 1981).

Наиболее пригодными для работы оказались искусственные нерестилища из капроновой дели. Они представляют собой „стенку“ сетного полотна, посаженного на капроновые веревки. Нерестилище по нижней подбуре снабжено грузами, а по верхней — поплавками, так что при помещении в воду оно направляется вертикально наподобие рыболовной сети. Нерестилища устанавливают под лед в районах предполагаемого естественного нереста сельди.

В апреле 1977 г. в губе Палкина было выставлено 12 искусственных нерестилищ на глубине 4.0-4.5 м. Не все нерестилища находились в подходящих местах, поэтому только на части из них сельдь отложила икру. На одном нерестилище (его площадь 20 м<sup>2</sup>), наиболее полно „засеянном“ икрой, находилось 7.75 млн. икринок. Икра на капроновой дели развивалась нормально, и выживание эмбрионов было близким к 100%.

В 1978 г. испытания носили расширенный характер. Было установлено под лед 55 нерестилищ из капроновой дели зеленого и коричневого цвета с ячеей 10 мм размером 1.5x25 м на протяжении 15 км. Нерестилища установили на участках с большими перепадами глубин, хорошим водообменом и большим количеством водной растительности. На 43 нерестилищах сельдь отложила икру (рис. 13). Концентрация икры в основном составляла 1.6-2.5 млн. икринок на 1 м<sup>2</sup>. Всего на искусственных нерестилищах было отложено 2.16 млрд. икринок. На некоторых участках на 1 м<sup>2</sup> приходилось свыше 4.6 млн. икринок. В этих случаях икра располагалась в 12-13 слоев. В таких многослойных кладках возникали заморные условия, неблагоприятно повлиявшие на развитие икры. Таким образом, при естественном нересте сельди на искусственных субстратах при определенных условиях возникла избыточная плотность икры, которую можно предотвратить своевременным опусканием нерестилищ на глубину. Ограничение количества отложенной икры необходимо проводить уже при достижении плотности икринок свыше 1 млн. шт. на 1 м<sup>2</sup>.

Выживание эмбрионов на нерестилищах из капроновой дели значительно выше, чем на естественных субстратах (Логина, Гориславская, 1981). Однако в многослойных кладках на дели оно не превышало 40–50%. В ряде случаев на погибших икринках поселялся грибок, который распространялся с мертвой икры на живую, вызывая гибель эмбрионов. Воздействуя на пораженные кладки более низкой температурой и высокой соленостью, можно приостановить распространение грибкового заболевания и получить высокий процент вылупившихся нормальных личинок.

Массовое получение жизнеспособных личинок еще не обеспечивает высокую численность сельди. Как уже указывалось ранее, для перехода личинок на активное питание необходимо достаточное количество подходящего корма. Развитие кормового планктона и вылупление личинок не всегда совпадают во времени. В природе при недостаточной обеспеченности пищей личинки, вылупившиеся с естественных нерестилищ, могут погибнуть. В том случае, когда икра откладывается на искусственные нерестилища, появляется возможность управлять моментом выхода личинок из оболочек. Продолжительность эмбриогенеза регулируют перемещением искусственных нерестилищ в разные слои воды, различающиеся по температуре. Это позволяет изменять сроки вылупления личинок вплоть до 2 нед и приурочивать их появление к моменту массового развития кормового планктона.

Личинок сельди, полученных с искусственных нерестилищ в 1978 г., выращивали в деревянном бассейне (длина 135 см, ширина 60 см, высота 25 см), выложенном изнутри полиэтиленом (Иванченко и др., 1982). Бассейн находился под открытым небом. Кормление проводили планктоном, выловленным в море. К 1 августа молодь, выращенная в бассейне, имела в среднем длину до конца краевых лучей хвостового плавника 35 мм, до конца средних лучей хвостового плавника 32 мм, до конца чешуйного покрова 30 мм. Мальки, выловленные 28 июля в губе Палкина, имели соответственно длину 32, 30, 28 мм. Таким образом, мальки, выросшие в бассейне, не уступали по размерам сельдям, пойманным в море.

Следует заметить, что в 1978 г. в губе Палкина отмечалась катастрофическая гибель икры сельди на естественных нерестилищах. Эксперименты по получению икры на искусственных субстратах дали такое количество личинок, что они восполнили естественные потери. Об этом можно было судить по частоте попадания личинок в икорные сети при личиночных обловах. Количество вылавливаемых личинок приближалось к данным контрольных ловов в годы с благополучным нерестом и высокой концентрацией личинок.

Первые удачные эксперименты по получению икры на искусственных нерестилищах были связаны прежде всего с большими

нерестовыми подходами сельди. Однако в последующие годы сельди было мало весной, и на искусственных нерестилищах икры практически не оказалось. Рыба использовала в основном естественные нерестилища, и процессом получения икры на искусственных субстратах никак нельзя было управлять.

Нерест сельди при наиболее благоприятных условиях в значительной степени определяет ее высокую численность. Задача состоит в том, чтобы снизить влияние случайных негативных моментов во время нереста и перейти к управлению процессом воспроизводства, получая стабильно, независимо от обстоятельств, необходимое для данного района количество икры. Когда сельдь не образует больших нерестовых скоплений, искусственные нерестилища могут оказаться малоэффективными и не будут представлять производственного интереса. В таких случаях требуются иные, более управляемые способы получения икры.

На Беломорской биологической станции Зоологического института АН СССР разрабатываются приемы получения икры от сельдей, сконцентрированных специально посредством орудий лова на небольшом нерестовом пространстве. С этой целью предлагается использовать конструкции, называемые ловушками-нерестилищами. При помощи этих орудий пойманная рыба направляется в большие садки, снабженные искусственными субстратами, на которые она откладывает икру (Иванченко, 1982).

Разработки конструкций ловушек-нерестилищ велись применительно к местам естественного нереста сельди, расположенным в губе Чупа, где большое количество икры откладывается в районе мыса Левин-наволоок и в расположенных рядом участках. Эти места характеризуются небольшими глубинами и пологим дном. Нерест сельди на Левин-наволоке происходит под льдом или по открытой воде. Лед в этом районе тонкий и быстро распадается. Его механическое воздействие на субстраты с икрой в зоне осушки невелико по сравнению с другими районами (например, губа Палкина), хотя в некоторые годы на нерестилище появляется большое количество принесенного дрейфующего льда. Икра в районе Левин-наволока гибнет главным образом от вымерзания и высыхания, если нерест происходит при больших водах, и основные кладки оказываются в литоральной зоне.

Учитывая особенности естественного нереста сельди и ее промыслового лова, мы предлагаем получать икру при помощи закола - основного орудия лова сельди (рис. 14, 15), снабженного нерестовыми участками с искусственными субстратами. Закол состоит из направляющей стенки, стоящей перпендикулярно берегу, "двора" и одной или двух "бочек" (мереж). Стенка, выставленная на пути перемещающейся вдоль берега сельди, направляет ее во "двор", и оттуда рыба попадает

в „бочки“, которые заканчиваются кутом с открывающимся отверстием для выемки рыбы.

Ниже приведены описания ловушек-нерестилищ различного типа.

1. Ловушка-нерестилище для многократного нереста с последующим удалением субстрата и выпуском сельди (рис. 16). Она состоит из двух направляющих стенок, поставленных перпендикулярно берегу, снабженных входами для рыбы, и двух стенок нерестового участка, поставленных параллельно берегу. Таким образом, получается конструкция из отгороженного морского участка (садка), имеющего два отверстия для захода сельди. В садок параллельными рядами помещают натянутую вертикально капроновую дель – нерестовый субстрат многократного использования. Косяки нерестовой сельди, перемещаясь вдоль берега и далее вдоль направляющей стенки, сосредоточиваются у входа в ловушку, снабженного „двором“, который направляет рыб во входное отверстие ловушки. В результате сельдь попадает в садок с искусственными нерестилищами. В садке сельдь откладывает икру на искусственные субстраты. Выбойную рыбу затем можно выпустить, приподняв одну из стенок. При необходимости можно регулировать степень концентрации сельди в садке, прикрывая отверстие ловушек или же частично выпуская сельдь. Искусственные нерестилища после достижения на них оптимальной плотности икры переводят из садка на открытый участок для дальнейшей инкубации икры. Освободившийся садок вновь заполняют чистым нерестовым субстратом, и весь процесс повторяют в той же последовательности.

Возможны различные варианты конструкций ловушек-нерестилищ для многократного нереста с последующим выпуском сельди (рис. 17, 18, 19, 20).

2. Ловушка-нерестилище для многократного нереста без удаления искусственного субстрата (рис. 21). В данном случае предполагается регулируемое получение икры (до максимальной рабочей плотности) без замены субстратов с последующей ее инкубацией здесь же в нерестовом садке. Ловушки-нерестилища такого типа проще по конструкции и требуют меньшего ухода за искусственными субстратами. Конструкции этого типа должны иметь более крупные нерестовые садки. Предполагается, что в этом случае в качестве нерестового участка будут использованы небольшие естественные губы (рис. 21). Такие стационарные ловушки-нерестилища могут оказаться целесообразными при небольших подходах сельди на нерест.

3. Ловушка-нерестилище для получения икры и промыслового вылова сельди. Орудие этого типа должно концентрировать сельдь на участке с искусственными субстратами и одновременно служить для вылова рыбы из нерестового садка. Таким образом, продукция, получаемая от эксплуатации этих ловушек,

двойная — икра для рыбоводных целей и товарная рыба, пригодная для сдачи на рыбоприемный пункт. В основу таких ловушек-нерестилищ также положена конструкция закола, снабженного нерестовым участком (садком). Принципиальная схема ловушки-нерестилища такого типа, построенной на основе закола с одной „бочкой“, представлена на рис. 22.

Через входное отверстие сельдь попадает в нерестовый садок, где откладывает икру на искусственный нерестовый субстрат. Во время нереста выходное отверстие из садка закрыто. После нереста выходное отверстие открывают, и выбойная сельдь постепенно концентрируется в куту ловушки, откуда ее можно изымать для последующей сдачи на рыбоприемный пункт. Запуск рыбы в садок и получение икры продолжают до образования максимальной рабочей плотности икры на искусственных субстратах. При достаточном количестве нерестовой рыбы можно неоднократно заменять субстраты с икрой новыми нерестилищами.

Возможны рабочие модификации способов одновременного получения икры и товарной рыбы в зависимости от конкретных обстоятельств. Так, например, если рыбы много, процессы получения икры и изъятия сельди могут быть непрерывными, т.е. одновременно остаются открытыми входное и выходное отверстия ловушки. В этом случае не вся сельдь, попадающая из садка в кут ловушки, будет выбойной. При этом можно добыть большее количество рыбы и одновременно получить достаточное количество оплодотворенной икры.

На рис. 23 и 24 приведены различные варианты ловушек-нерестилищ этого типа с учетом возможного хода сельди вдоль берега с любой стороны. На рис. 23 представлена ловушка-нерестилище с одним нерестовым садком. В этом случае рыба, передвигаясь вдоль берега и затем вдоль направляющей стенки, доходит до входного отверстия и проникает в садок с искусственными субстратами. После нереста открывают выходные отверстия и изымают выбойную рыбу. Аналогично работает ловушка-нерестилище, схема которого приведена на рис. 24. Принцип ее действия ясен из рисунка.

Таким образом, все предлагаемые конструкции служат для поимки нерестовой сельди, ее концентрации и создания условий для откладывания икры, инкубация которой в дальнейшем контролируется.

Главные затруднения при разработке способов эксплуатации ловушек-нерестилищ представляются следующими. В каждом конкретном случае для более точной установки этих орудий нужно хорошо знать биологию популяции сельди, с которой приходится работать. Необходимо подчеркнуть, что только правильная постановка орудий может предопределить успех работы. Следует также регулировать численность производителей, захватывающих в садки (нерестовые участки), и опытным путем выявлять

предельные концентрации сельди, не мешающие нормальному нересту. Очень важно не допустить перегрузки искусственных нерестилищ икрой, так как в многослойных кладках наблюдается быстрая гибель эмбрионов. Нужно регулярно следить за плотностью икры и в случае достижения пороговой нормы прекратить доступ нерестовой сельди или произвести замену нерестового субстрата. Замена нерестового субстрата осложняет работу с ловушками-нерестилищами, особенно в условиях ледовой обстановки, однако позволяет более эффективно использовать орудия. Наконец, при эксплуатации ловушек-нерестилищ третьего типа (получение икры на искусственных субстратах и товарной рыбы) могут возникнуть некоторые чисто технические трудности, так как необходимо будет разработать приемы, обеспечивающие наиболее быстрый вылов выбойной рыбы из нерестового садка.

В случае достаточного и особенно избыточного получения икры сельди на искусственных нерестилищах можно транспортировать субстраты с икрой в районы, где ее нет или где она имеется в недостаточном количестве, а кормовая база для личинок в этих местах находится в оптимальном состоянии. Так, например, в 1979 г. в губе Чупа искусственные нерестилища с икрой были перемещены из района деревни Пулонга к мысу Картеш, где произошло естественное выплывание личинок. Для акватории губы Чупа показано, что в июне кормовой планктон как по численности, так и по составу распределяется довольно мозаично. Так, разница между концентрациями науплиусов *Pseudocalanus elongatus* (основного корма при переходе личинок сельди на активное питание) в разных местах на всем протяжении от деревни Пулонга до мыса Картеш 4 июня 1980 г. составляла 15 раз.

При общих низких концентрациях планктона, недостаточных для массового перехода личинок на активное питание, искусственные нерестилища с икрой следует размещать в участках, более благополучных в кормовом отношении. При больших количествах икры и обильном планктоне рассредоточение нерестилищ, а следовательно и личинок, позволит рационально использовать кормовую базу. Для каждого конкретного района необходимо определить оптимальное количество икры и личинок. Ориентиром при этом могут служить данные по количеству личинок и кормового планктона в наиболее благоприятные годы.

В 1982 г. Беломорская биологическая станция в содружестве с Чупинским рыбзаводом предприняла попытку практического испытания в районе Левин-наволока ловушки-нерестилища первого типа (рис. 25). Вокруг закола, выставленного на естественном нерестилище, был сооружен садок с длиной стенок около 30 и высотой 6 м (от поверхности воды до грунта). Пойманную рыбу, не вынимая из воды, переводили из мережи в нерестовый садок (рис. 26). Работы велись со льда, и все манипуляции

совершались через большую прорубь (майну) размером 2х3 м. Через лунки во льду в садок параллельными рядами помещали искусственные нерестилища из капроновой дели. Пойманная рыба имела текучие половые продукты и начинала сразу же нереститься в садке, откладывая икру на предложенные субстраты. Нерестовую рыбу запускали в садок дважды в сутки — утром и вечером. Искусственные нерестилища, расположенные в садке, заменяли по мере их „засеивания“ икрой. Нерестилища с отложенной икрой размещали недалеко от закола, в районе, где не держится нерестовая сельдь. Нерестовые субстраты с икрой переносили по льду на жердях. Рыбу, отнерестившуюся в садке, выпускали в море путем поднятия стенки нерестового садка.

Таким способом икрой были „засеяны“ все имевшиеся в наличии искусственные нерестилища. По ориентировочным подсчетам в ловушке-нерестилище на 13 искусственных нерестилищах получили около 1.5 млрд. икринок сельди (рис. 27). Кроме того, большое количество икры находилось на стенках нерестового садка, а также на искусственных нерестилищах, выставленных снаружи ловушки (рис. 28). Всю полученную икру удалось почти полностью сохранить и довести до вылупления личинок. Выживание икры на искусственных субстратах было близко к 100% (за исключением специально „засеянных“ экспериментальных нерестилищ с многослойными кладками).

Таким образом, на практике была показана реальная возможность работы с ловушками-нерестилищами. В дальнейшем предполагается продолжить производственные испытания этих орудий на базе Чупинского рыбзавода. Основное внимание будет уделено отработке приемов эксплуатации ловушек-нерестилищ третьего типа (для получения икры и промыслового вылова сельди).

В настоящее время уже заложены основы для полупроизводственных отработок методов получения икры сельди. Такие испытания должны вестись на базе рыболовецких организаций и носить научно-производственный характер. Это позволит совершенствовать способы повышения эффективности воспроизводства сельди и определит формы внедрения научных достижений в практику.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдения за условиями воспроизводства сельди и изучение ее раннего онтогенеза в экспериментальных условиях позволили выявить ряд биологических особенностей, определяющих численность этой ценной промысловой рыбы. Массовая гибель эмбрионов и личинок от абиотических факторов, выедание икры гидробионтами и птицами, качество получаемых личинок (их физиологическая полноценность), обеспеченность кормовым планктоном в момент перехода на активное питание, паразитарные инвазии и другие причины в различной степени определяют численность сельди. Накопленный опыт разведения и содержания сельди позволяет вплотную подойти к разработке основ марикультуры этого промыслового вида.

В настоящее время марикультура сельди Белого моря должна заключаться в интенсификации ее воспроизводства. Это предполагает: 1) получение достаточного количества икры, 2) оптимизацию условий ее инкубации, 3) управление процессом вылупления личинок, 4) прогнозирование обеспеченности личинок пищей.

Получение икры сельди на искусственных нерестилищах из капроновой дели в значительной степени уже отработано. Однако для практики необходимо повысить степень управляемости этим процессом, что может быть достигнуто посредством разработки новых способов получения икры в ловушках-нерестилищах. Оптимальные конструкции ловушек-нерестилищ позволят получать одновременно икру и товарную рыбу. Таким образом, на базе промысла можно будет проводить и рыбоводные мероприятия.

Оптимизация условий инкубации икры связана с регулированием ее плотности при получении на искусственных субстратах, охраной развивающихся эмбрионов от воздействия неблагоприятных биотических и абиотических факторов. Эти процессы связаны с перемещением искусственных субстратов с икрой, что довольно легко осуществляется при работе с капроновой делью. Для естественных кладок такое управление практически полностью исключается.

Регулирование момента вылупления личинок осуществляется помещением субстратов с икрой в слои воды с разной температурой. Основная цель таких работ — приурочить вылупление личинок к массовому развитию кормового планктона. При своевременном развитии соответствующей кормовой базы резко увеличивается выживаемость личинок в момент перехода на активное питание. В случае достаточно точного прогнозирования развития определенных планктонных форм повысится надежность работы по обеспечению пищей личинок, вылупляющихся из икры, отложенной на искусственных субстратах.

Научные поиски по указанным направлениям должны вестись в тесном контакте с промышленными организациями. Совершенствование научных разработок на базе промышленности (научно-производственное содружество) позволит добиться лучших результатов и определит формы их внедрения в практику.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аверинцев С. В. Сельди Белого моря. - Тр. науч. ин-та рыб. хоз-ва, 1928, ч. 2-3, вып. 4, с. 73-142.
- Алтухов К. А. Воздействие промысла на воспроизводство запасов мелкой сельди в Кандалакшском заливе. - Рыб. хозяйство, 1953, № 5, с. 40-41.
- Алтухов К. А. Мероприятия по воспроизводству беломорской сельди. - Рыб. хозяйство, 1963, № 7, с. 13-17.
- Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975. 332 с.
- Галкина Л. А. Нецелесообразность "сухого" способа оплодотворения икры морских рыб. - Вопр. ихтиологии, 1963, т. 3, вып. 3, с. 563.
- Гошева Т. Д. Состояние запасов беломорской сельди. - В кн. : Повышение продуктивности и рациональное использование биологических ресурсов Белого моря. Матер. первого координационного совещ. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1982, с. 147-149.
- Дмитриев Н. А. Биология и промысел сельди в Белом море. М. : Пищепромиздат, 1946. 88 с.
- Душкина Л. А. Выживание морских сельдей в ранние периоды онтогенеза. - В кн. : Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Всесоюз. конф. Тез. докл. Мурманск : Изд. ПИНРО, 1974, с. 78-81.
- Душкина Л. А. Пигментация личинок морских сельдей рода *Clupea* как один из возможных показателей их происхождения. - В кн. : Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975, с. 227-254.
- Душкина Л. А., Зеленков В. М., Иванченко О. Ф., Похилук В. В., Устинова Г. А., Гориславская М. М. Результаты совместных работ ПИНРО и Зоологического института по изучению биологии беломорской сельди и разработке способов повышения эффективности ее воспроизводства в губе Палкина. - В кн. : Морфология, систематика и эволюция животных. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1978, с. 62-63.
- Душкина Л. А., Зеленков В. М., Иванченко О. Ф., Логинова Г. А. Искусственные нерестилища как способ повышения числен-

- ности личинок малоизвестной сельди *Clupea pallasii* Val. (на примере сельди Белого моря). - Тр. ПИНРО. Мурманск, 1981, вып. 45, с. 45-55.
- Иванченко Л.А., Иванченко О.Ф. Перевод на активное питание личинок и подращивание молоди беломорской сельди (*Clupea harengus pallasii* n. maris-albi Berg) в искусственных условиях. - ДАН СССР, 1969, т. 184, № 6, с. 1444-1446.
- Иванченко О.Ф. Искусственное разведение и выращивание беломорской сельди. - В кн.: Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975а, с. 276-293.
- Иванченко О.Ф. Развитие беломорской егорьевской сельди при искусственном выращивании. Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 1975б. 24 с.
- Иванченко О.Ф. Использование ловушек-нерестилищ для получения икры беломорской сельди. - В кн.: Экологические исследования перспективных объектов марикультуры фауны Белого моря. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1982, с. 56-63.
- Иванченко О.Ф., Гроздилова Т.А. Паразиты молоди беломорской сельди (*Clupea harengus pallasii* n. maris-albi Berg), выращенной в искусственных условиях. - Паразитология, 1971, т. 5, вып. 3, с. 233-236.
- Иванченко О.Ф., Гроздилова Т.А. Зараженность молоди беломорской сельди, выращенной в экспериментальных условиях и выловленной в море, трематодами и их патогенное влияние. - В кн.: Симпозиум по паразитологии и патологии морских организмов. Тез. докл. Л. : Наука, 1981а, с. 93-94.
- Иванченко О.Ф., Гроздилова Т.А. Зараженность трематодой *Lecithaster gibbosus* (Hemiuridae) личинок беломорской сельди, выращенных в экспериментальных условиях. - Паразитология, 1981б, т. 15, вып. 2, с. 132-134.
- Иванченко О.Ф., Зеленков В.М., Мишакина И.И. Перевод на активное питание и подращивание личинок беломорской сельди в полевых условиях. - В кн.: Экологические исследования перспективных объектов марикультуры фауны Белого моря. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1982, с. 64-71.
- Иванченко О.Ф., Ким К.К. Характеристика зубного аппарата малоизвестных сельдей разных заливов Белого моря. - В кн.: Повышение продуктивности и рациональное использование биологических ресурсов Белого моря. Матер. первого координационного совещ. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1982, с. 112-114.
- Казанова И.И. Размножение мелкой онежской сельди в 1952 г. - В кн.: Матер. по комплексному изучению Белого моря. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1957, ч. 1, с. 105-116.
- Кауфман З.С., Русанова М.Н. Опыт применения искусственных нерестилищ для сельди в Белом море. - Вопр. ихтиологии, 1965, т. 5, вып. 3, с. 479-482.

- Константинова М.И. К биологии личинок беломорской сельди. - Тр. Кандалакш. гос. заповедника, вып. 4, Тр. Беломор. биол. ст. МГУ им. М.В. Ломоносова, т. 2. Воронеж, кн. изд-во, 1963, с. 243-245.
- Коровина В.М. Спиральный клапан в кишечнике беломорской сельди (*Clupea harengus pallasi* n. maris-albi Berg). - В кн.: Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975а, с. 294-295.
- Коровина В.М. Спиральный клапан в кишечнике салаки (*Clupea harengus membras* L.). - Вопр. ихтиологии, 1975б, т. 15, вып. 6, с. 1033-1038.
- Коровина В.М., Жук В.В. Особенности строения спирального клапана беломорских сельдей. - В кн.: Повышение продуктивности и рациональное использование биологических ресурсов Белого моря. Матер. первого координационного совещ. Л. : Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1982, с. 114-116.
- Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.; Л. : Наука, 1960. 322 с.
- Кузнецов В.В. Многолетние колебания численности сельди и другие периодические явления в Белом море. - В кн.: Тр. совещ. по динамике численности рыб. М. : Изд-во АН СССР, 1961, с. 216-227.
- Лалин Ю.Е. Сельдь Белого моря как биологическое целое. - В кн.: Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М. : Наука, 1966а, с. 5-28.
- Лалин Ю.Е. Формирование биологических группировок у беломорской сельди. - В кн.: Шестая сес. Учен. совета по пробл. „Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии“. Тез. докл. Петрозаводск : Карел. кн. изд-во, 1966б, с. 128-130.
- Лалин Ю.Е. Закономерности динамики популяций рыб в связи с длительностью их жизненного цикла. М. : Наука, 1971. 173 с.
- Логинова Г.А., Гориславская М.М. Выживание эмбрионов беломорской сельди *Clupea pallasi* n. maris-albi Berg на искусственных и естественных субстратах. - Тр. ПИНРО Мурманск, 1981, вып. 45, с. 56-64.
- Мухомедияров Ф.Б. О динамике и структуре локальных популяций сельдей в заливах Белого моря. - В кн.: Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975, с. 38-52.
- Рабинерсон А.И. Материалы по исследованию беломорской сельди (по данным 1923-24 гг.). - Тр. НИИ по изучению Севера (6. Северная науч.-промысл. экспедиция). М., 1925, вып. 25. 144 с.
- Расс Т.С. Ступени онтогенеза костистых рыб (Teleostei). - Зоол. журн., 1946, т. 25, вып. 2, с. 137-148.
- Световидов А.Н. Рыбы. Сельдевые (*Clupeidae*). М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1952. 331 с. (Фауна СССР; Т. 2, вып. 1).

- Свешников В. А. Питание медуз как возможных конкурентов беломорской сельди. - В кн.: Тр. Кандалакш. гос. заповедника, вып. 4. Тр. Беломор. биол. ст. МГУ им. М. В. Ломоносова, т. 2. Воронеж. кн. изд-во, 1963, с. 246-249.
- Скворцова Т. А. Кариологические данные, свидетельствующие о неоднородности беломорской сельди (*Clupea harengus pallasi n. maris-albi Berg*). - В кн.: Отчет. науч. сес. по итогам работ за 1973 г. Тез. докл. Л. : Наука, 1974а, с. 26.
- Скворцова Т. А. Хромосомные комплексы океанической сельди. - В кн.: Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Всесоюз. конф. Тез. докл. Мурманск : Изд. ПИНРО, 1974б, с. 199-200.
- Скворцова Т. А. Хромосомные комплексы беломорской сельди (*Clupea harengus pallasi n. maris-albi Berg*) и салаки (*Clupea harengus harengus n. membras L.*). - В кн.: Биология беломорской сельди. Л. : Наука, 1975, с. 104-108.
- Тамбовцев Б. М. Мало позвоночная сельдь Мезенского залива. - Сев. отд. Географ. о-ва АН СССР, 1947, с. 3-8.
- Тамбовцев Б. М. Биология и современное состояние промысла беломорских сельдей. - В кн.: Матер. по комплексному изучению Белого моря. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1957, ч. 1, с. 44-73.
- Чаянова Л. А. Питание беломорской сельди. - В кн.: Сб., посв. науч. деятельности почет. чл. АН СССР, засл. деят. науки и техники Н. М. Книповича. М.; Л. : Пищепромиздат, 1939, с. 279-299.
- Экология рыб Белого моря. М. : Наука, 1978. 199 с.



Рис. 1. Нерестящиеся сельди в зарослях фукусов.



Рис. 2. Отложенная на фукусах икра сельди, погибающая на литорали во время отлива.



Рис. 3. Дрейфующие льды на естественном нерестилище беломорской сельди.



Рис. 4. Кладка икры сельди на фукусе.



Рис. 5. Кладки икры сельди на десмаресции, добытые „кошкой” с глубины 4 м.

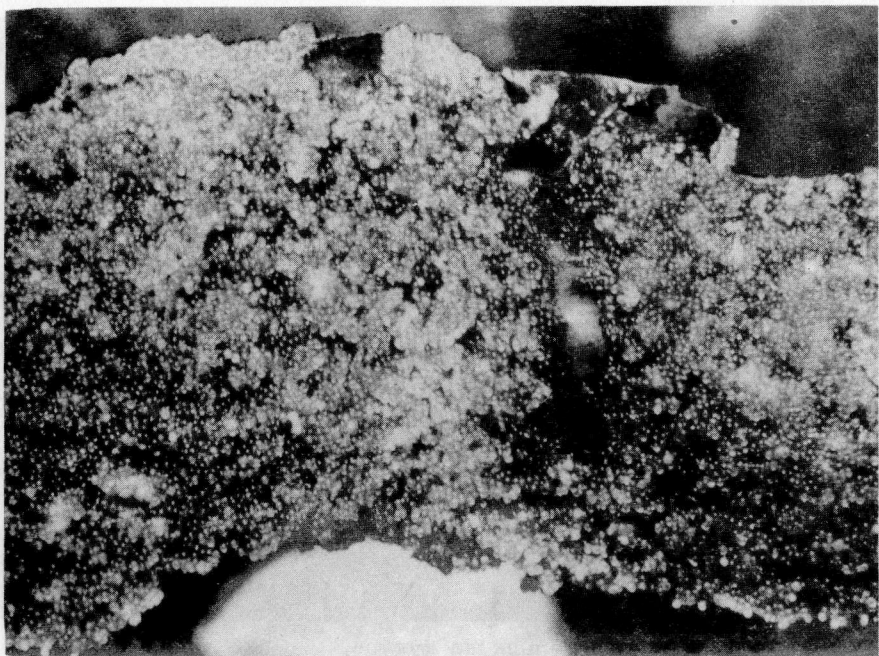


Рис. 6. Кладка икры сельди на слоевище ламинарии.



Рис. 7. Еловый лапник с икрой сельди.

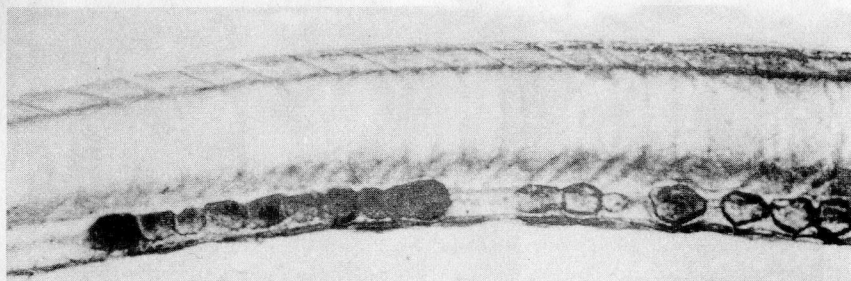


Рис. 8. Гранулы желтка вареного куриного яйца в средней кишке личинки сельди.

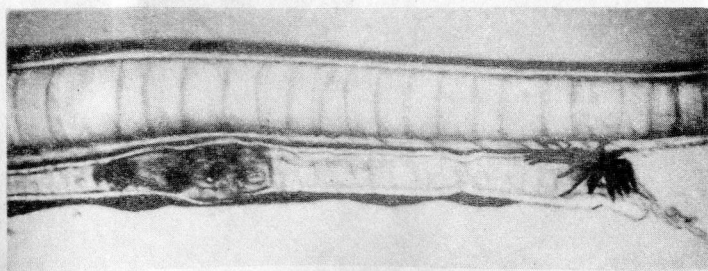


Рис. 9. Науплиус рачка в средней кишке личинки сельди.



Рис. 10. Паразитический червь *Brachyphallus crenatus* в пищеварительном тракте личинки сельди.



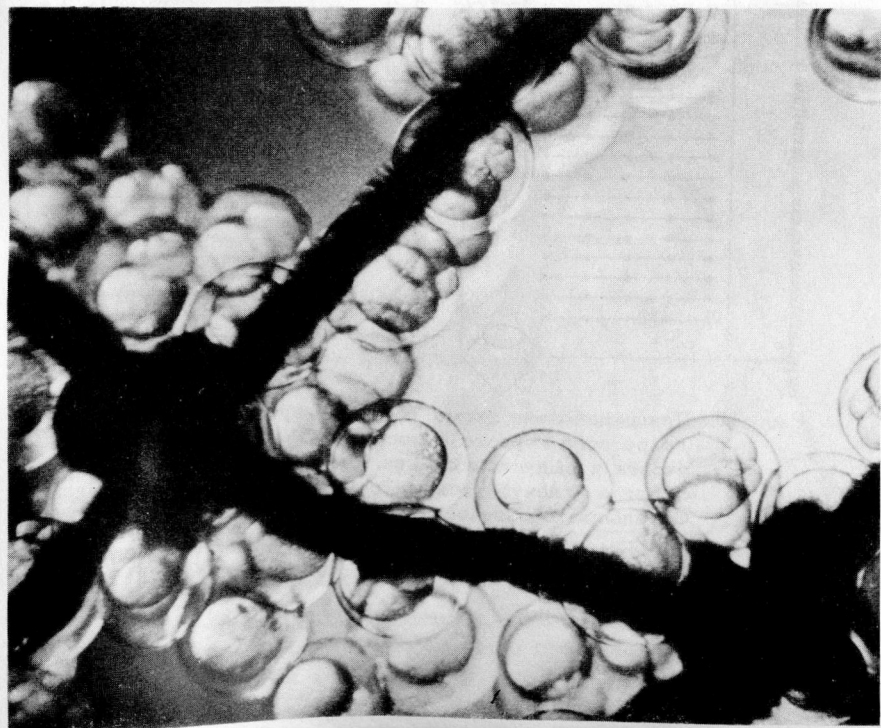
Рис. 11. Два экземпляра *Brachyphallus crenatus* в кардиальной части желудка малька сельди.

Рис. 13. Развивающаяся икра беломорской сельди, отложенная на капроновой дели искусственного нерестилища.





Рис. 12. Личинки сельди с аномалиями в развитии, вылупившиеся из икры многослойных кладок.



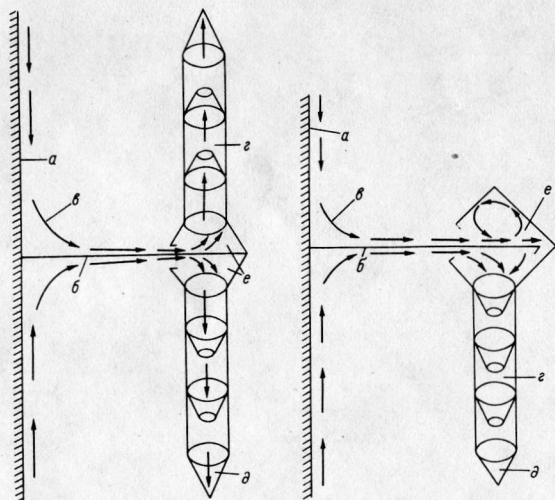


Рис. 14. Схема закола с двумя „бочками“. а - береговая линия; б - направляющая стенка; в - ход рыбы; г - „бочка“; д - кут „бочки“; е - „двор“.

Рис. 15. Схема закола с одной „бочкой“. Обозначения как на рис.14.

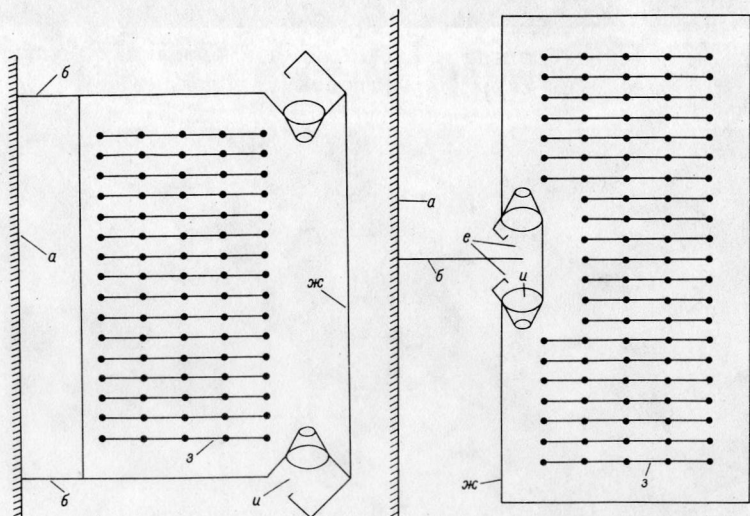
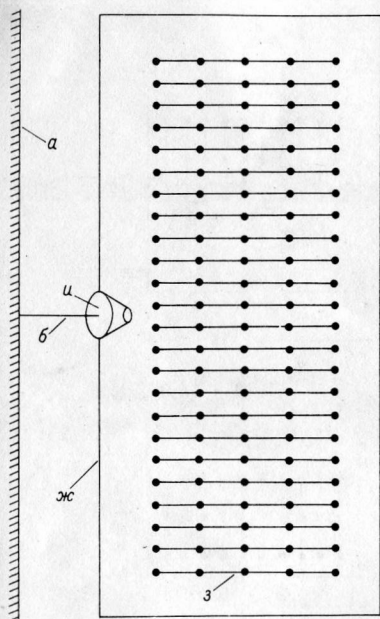


Рис. 16. Принципиальная схема ловушки-нерестилища для многократного нереста с последующим изыманием субстрата и выпуском сельди. ж - стенка садка нерестилища; з - искусственные субстраты; и - вход в садок. Остальные обозначения как на рис. 14.

Рис. 17. Схема ловушки-нерестилища для многократного нереста со сдвоенным центральным входом. Обозначения как на рис. 14, 16.



← Рис. 18. Схема ловушки-нерестилища для многократного нереста с одним центральным входом. Обозначения как на рис. 14, 16.

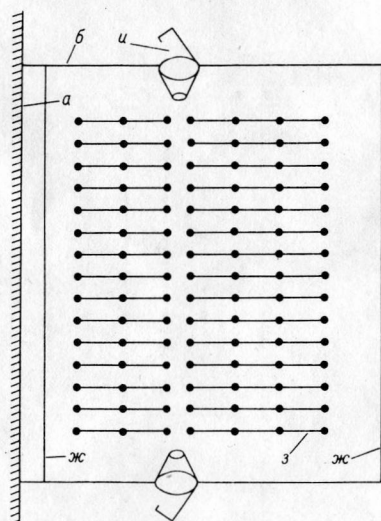
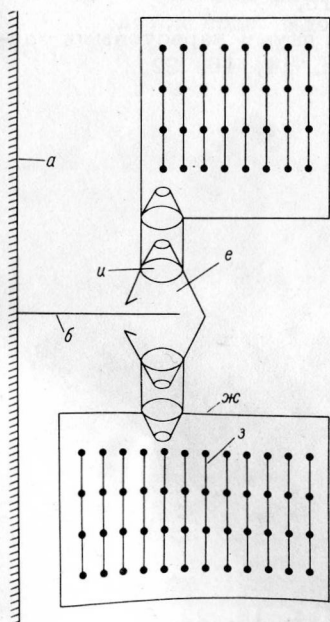


Рис. 19. Схема ловушки-нерестилища для многократного нереста с расположенными противоположно центральными входами. Обозначения как на рис. 14, 16.



← Рис. 20. Схема ловушки-нерестилища для многократного нереста с различной конфигурацией садков. Обозначения как на рис. 14, 16.

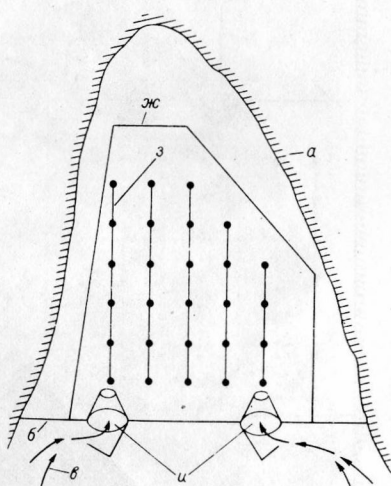


Рис. 21. Схема ловушки-нерестилища для многократного нереста без изымания искусственного субстрата. Обозначения как на рис. 14, 16.

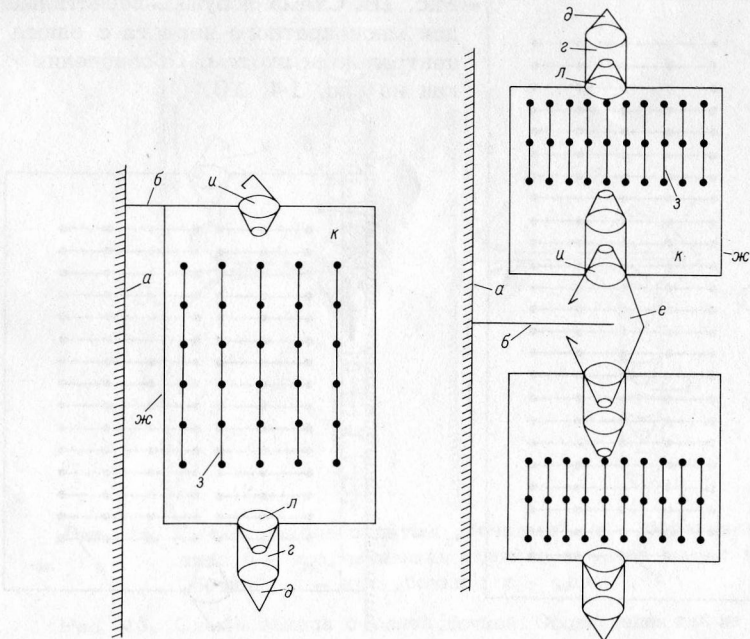


Рис. 22. Схема ловушки-нерестилища для промышленного вылова сельди и получения икры. к - нерестовый садок; л - выходное отверстие из садка в мотню. Остальные обозначения как на рис. 14, 16.

Рис. 24. Схема ловушки-нерестилища с двумя нерестовыми садками. Обозначения как на рис. 14, 16, 22.

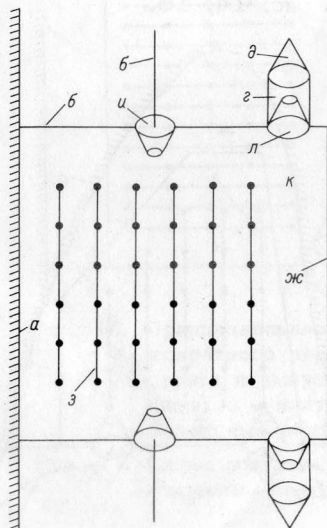


Рис. 23. Схема ловушки-нерестилища с одним нерестовым садком. Обозначения как на рис. 14, 16, 22.



Рис. 25. Общий вид места работ. Ловушки-нерестилища находятся подо льдом.



Рис. 26. Поднятие мережи ловушки-нерестилища для перевода рыбы в нерестовый садок. Работают рыбаки Чупинского рыбзавода. Левин-наволок, май 1982 г.

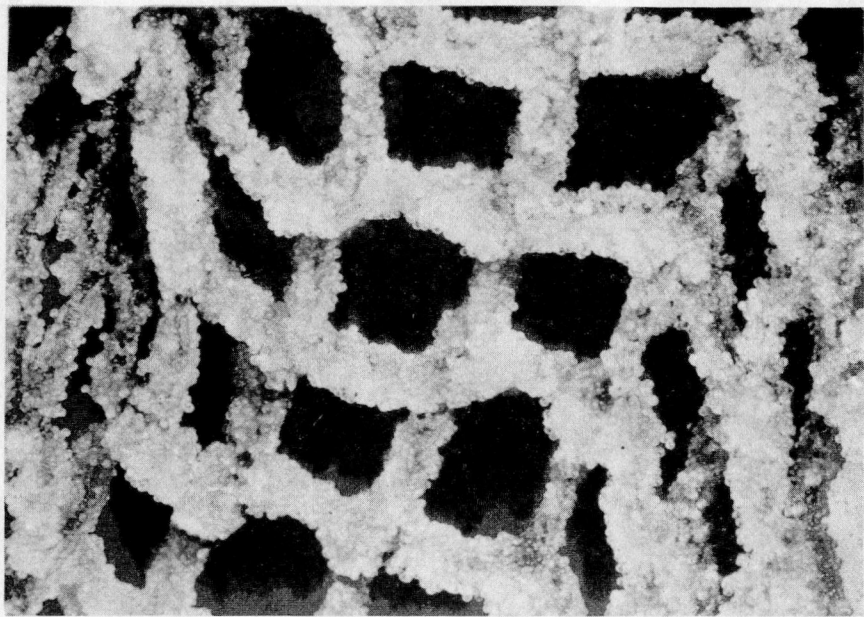


Рис. 27. Икра беломорской сельди, полученная в ловушке-нерестилище на искусственном нерестилище из капроновой дели. Левин-наволоок, май 1982 г.



Рис. 28. Проверка искусственного нерестилища с икрой через прорубь во льду. Левин-наволоок, май 1982 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение .....	3
Биология весенне-нерестящейся сельди Кандалакшского залива и условия ее воспроизводства .....	5
Инкубация икры сельди, вылупление личинок и их выращивание в искусственных условиях .....	8
О степени дифференцировки беломорских сельдей .....	18
Факторы, лимитирующие численность сельди .....	21
Пути повышения эффективности воспроизводства беломорской сельди .....	26
Заключение .....	34
Литература .....	36

Олег Филиппович И в а н ч е н к о

ОСНОВЫ МАРИКУЛЬТУРЫ СЕЛЬДИ НА БЕЛОМ МОРЕ

(В серии: „Методы зоологических исследований – практике“)

У т в е р ж д е н о к п е ч а т и  
Зоологическим институтом Академии наук СССР

Редактор издательства Е.И. В а с ь к о в с к а я

Художник Г.В. С м и р н о в

Технический редактор Ф.А. Ю л и ш

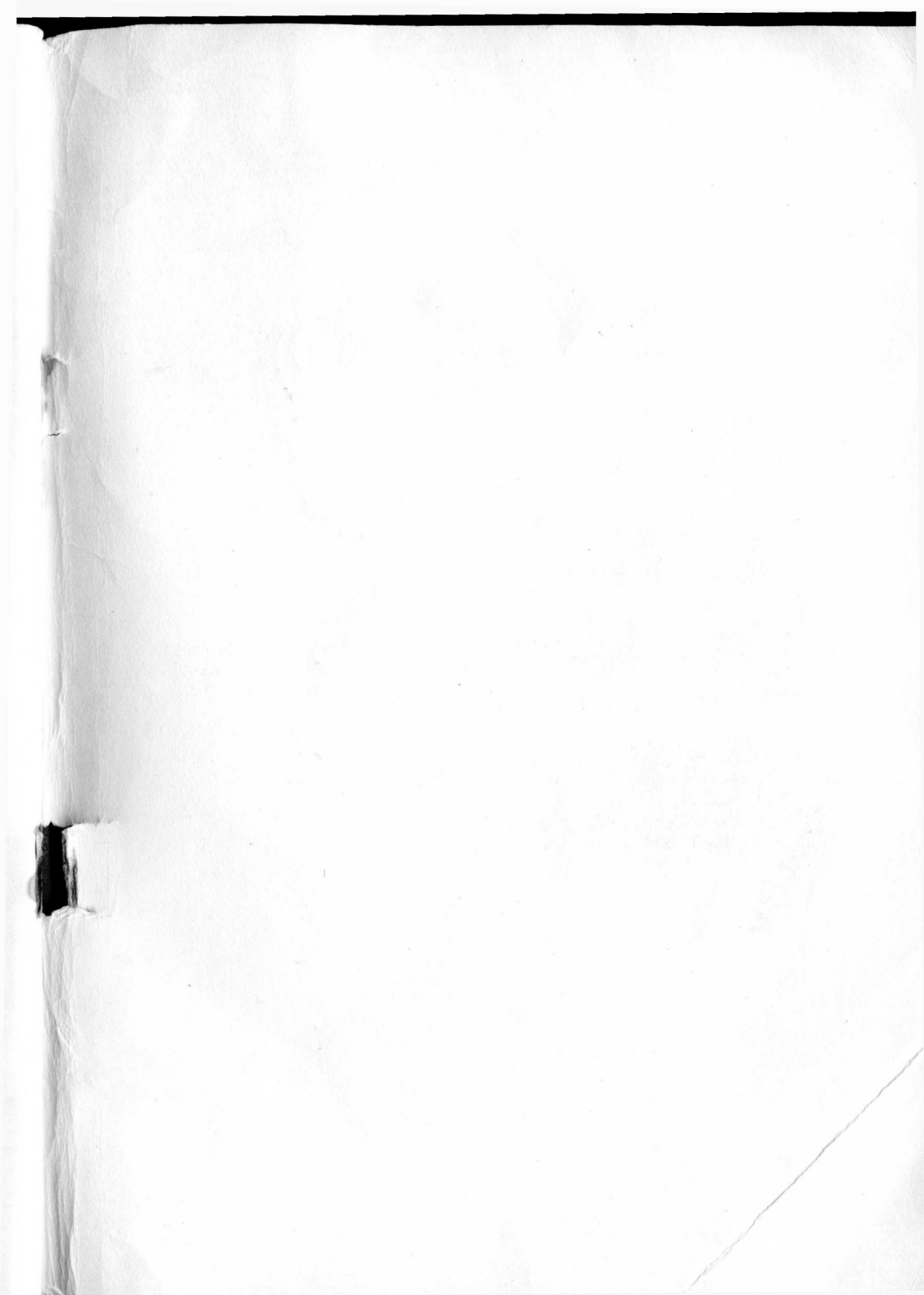
ИБ № 21002

Подписано к печати 28.04.83. М-19018 Формат 60х90 1/16. Бумага  
офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 3 1/4. Усл. печ. л. 3 1/4. Усл.  
кр.-отт. 3 1/2. Уч.-изд. л. 3.33. Тираж 700. Изд. № 8614. Тип. зак.  
№ 388 Цена 20 к. Заказное издание.

Издательство „Наука“. Ленинградское отделение.  
199164. Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1.

---

Ордена Трудового Красного Знамени  
Первая типография издательства „Наука“.  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.



20 к.



**«НАУКА»**  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



О. Ф. ИВАНЧЕНКО

**ОСНОВЫ  
МАРИКУЛЬТУРЫ  
СЕЛЬДИ  
НА БЕЛОМ МОРЕ**