



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Бакалаврская работа

На тему Биотехнические особенности получения посадочного материала
камбалы-тиорбо *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758)

Исполнитель Корнилова Руфь Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Педченко Андрей Петрович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат технических наук
(ученая степень, ученое звание)

Королькова Светлана Витальевна
(фамилия, имя, отчество)

«25» июня 2019 г.

Санкт-Петербург
2019



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Бакалаврская работа

На тему Биотехнические особенности получения посадочного материала камбалы -
тюрьбо *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758)

Исполнитель Корнилова Руфь Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Педченко Андрей Петрович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____
(подпись)

кандидат технических наук
(ученая степень, ученое звание)

Королькова Светлана Витальевна
(фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 20 __ г.

Санкт–Петербург
2019

Оглавление

Введение.....	3
1 Обоснование необходимости и оценка возможности искусственного воспроизводства камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	5
1.1 Состояние запаса и промысел камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i> в Балтийском море	5
1.2 Обоснование возможности искусственного воспроизводства камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	11
1.3 Обзор европейского опыта искусственного воспроизводства камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	14
1.4 Обзор российского опыта искусственного воспроизводства камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	23
2 Биотехнические особенности получения посадочного материала камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	25
2.1 О технологии получения посадочного материала камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i> в экспериментальных условиях	26
2.2 О технологии приготовления живых стартовых кормов (<i>Nannochloropsis oculata</i> , <i>Dunaliella salina</i> , <i>Brachionus plicatilis</i>) для камбалы-тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	33
3 Обзор рекомендаций и этапы реализации программ по искусственному воспроизводству камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	41
3.1 Предложения по совершенствованию нормативно -технической документации по получению посадочного материала камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i> ...	42
3.2 Этапы реализации программы по искусственному воспроизводству камбалы -тюрбо <i>Scophthalmus maximus</i>	46
Заключение	52
Список использованной литературы	54

Введение

Принимая во внимания прогнозы, связанные с увеличением объема в грядущего потребления рыбы в будущем и влияние нестабильного гидрологического режима Балтийского моря, искусственное воспроизводство камбалы-тюрьбо*Scophthalmus maximus* представляется перспективным и актуальным. При отработке и последующем внедрении технологии выпуск молоди в море может способствовать поддержанию промыслового запаса на стабильном уровне. Также перевести проблему данной работы в статус актуальной может недостаточная изученность темы, необходимость практического применения накопленных теоретических знаний и результатов уже проведенных экспериментов.

В отношении разработки биотехнологии воспроизводства камбалы-тюрьбо*Scophthalmus maximus* проведены многочисленные исследования [Ariel E., Steckler N.K., Saraiva A., Eiras J.C., Cal. R.M., Alvarez-Blazquez A., Dreanno C., Fierville F., Хайновский К.Б., Пьянов Д.С., Маташенко О.Ю., Гущин А.В.]. Несмотря на научные и практические разработки, имеющаяся проблема биотехнологии воспроизводства камбалы-тюрьбо*Scophthalmus maximus* в России не нашла своего полного разрешения.

Предмет работы заключается в изучении ряда особенностей биологии вида камбала-тюрьбо*Scophthalmus maximus*; особенностей содержания вида в искусственных условиях; основных требованиях вида к искусственной среде, проявляющиеся на разных стадиях развития молоди.

Объектом работы является: камбала-тюрьбо*Scophthalmus maximus* как потенциальный объект искусственного воспроизводства и/или товарного воспроизводства.

Целью работы является анализ организации технологической схемы получения посадочного материала камбалы-тюрьбо*Scophthalmus maximus* в целях успешного искусственного воспроизводства.

В связи с поставленной целью в работе предполагается решение следующих задач:

- Анализ современного состояния запасов камбалы - тюрбо*Scophthalmus maximus* в Балтийском море;
- Выявление необходимости поддержания численности естественных популяций с помощью искусственного воспроизводства;
- Обзор российского и европейского опыта искусственного воспроизводства камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*;
- Изучение теоретических аспектов биотехнологии выращивания посадочного материала камбалы-тюрбо*Scophthalmus maximus*;
- Отработка технологии получения посадочного материала камбалы - тюрбо*Scophthalmus maximus* в экспериментальных условиях, в частности – процесса культивирования живых кормов;
- Подготовка предложений по совершенствованию нормативно - технической документации по получению посадочного материала камбалы - тюрбо*Scophthalmus maximus*;
- Подготовка рекомендаций и этапов реализации программ по искусственному воспроизводству камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*.

1 Обоснование необходимости и оценка возможности искусственного воспроизводства камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus*

Отечественный промысел в российской части Балтийского моря в основном специализирован на пелагических видах рыб – шпрот, балтийская сельдь, и донных – треска, речная камбала. Камбала-тюрбо не является основным объектом промысла, но представляет собой важный компонент ихтиофауны и комплексного функционирования экосистемы Балтийского моря.

1.1 Состояние запаса и промысел камбалы - тюрбо *Scophthalmus maximus* в Балтийском море

Оценка запасов популяций камбалы-тюрбо в Балтийском море проводится на основании донных траловых съемок и гидроакустических исследований (рисунок 1).

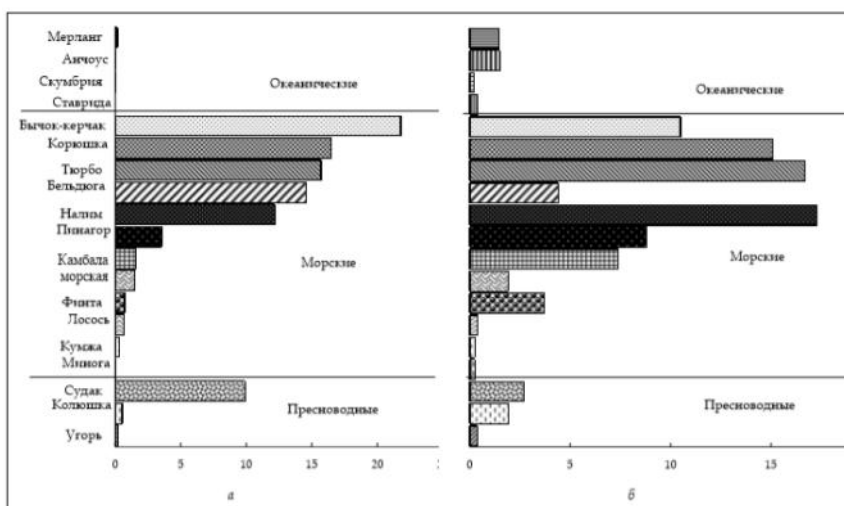


Рисунок 1. Видовая структура (в %) прилова донного траля по группам.
Обозначения: а — по биомассе, б — по встречаемости [10]

По данным осенних и зимних учетных траловых съемок ФГУП «АтлантНИРО» за 19-летний период (с 1993 по 2011 г.) можно утверждать, что камбала-тюрьбо относится к наиболее встречаемым видам прилова (16,7 %) [13].

Данные об общем вылове камбалы-тюрьбо и доле российских на протяжении 25 лет (с 1992 по 2017) (рисунок 2, таблица 1) свидетельствуют о высокой изменчивости их объемов; нестабильности промыслового запаса и, как следствие, нестабильности общей численности данного вида. [8] Наибольшие выловы приходятся на 1998-2001 гг, затем объемы уловов постепенно снижаются до минимальных значений в 2015 г (15 т и 3 т соответственно). С 2014 г прослеживается низкий уровень запасов.

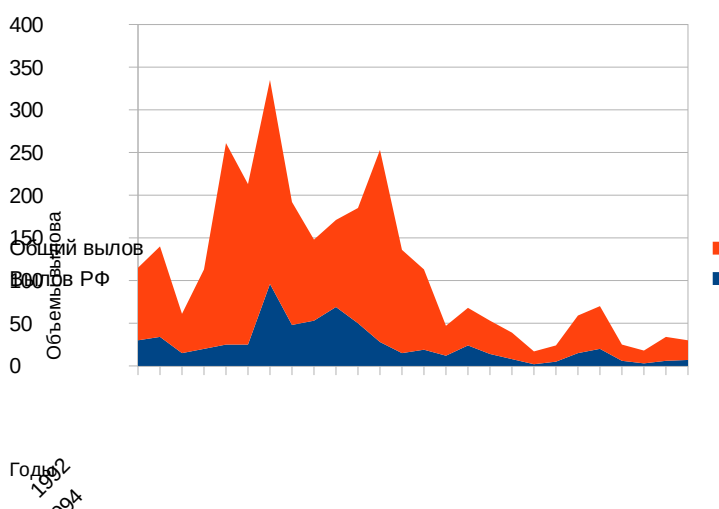


Рисунок 2. Динамика объемов вылова камбалы-тюрьбо в 26-м подрайоне Балтийского моря

Таблица 1 – Общий вылов (в тоннах) камбалы-тюрьбо по подразделению ICES [39]

Год	Вылов РФ	Общий вылов	Общий вылов в 22-32 подрайонах Балтийского моря
1992	30	85	763
1993	34	106	1167
1994	15	46	1024
1995	20	93	807
1996	25	236	1206
1997	25	188	1043
1998	96	239	798
1999	48	144	556

Год	Вылов РФ	Общий вылов	Общий вылов в 22-32 подрайонах Балтийского моря
2000	53	95	525
2001	69	102	464
2002	50	135	591
2003	28	225	579
2004	15	121	516
2005	19	94	420
2006	12	35	305
2007	24	44	309
2008	14	39	356
2009	8	31	394
2010	2	15	295
2011	5	19	263
2012	15	44	221
2013	20	50	313
2014	6	19	253
2015	3	15	233
2016	6	28	255
2017	7	23	265

Объемы вылова на 2017 г снизились в 5 раз (с 30 т до 7 т соответственно), что указывает на резкое снижение численности. При несвоевременной реализации рациональных действий по искусственному восполнению природных популяций возможно ускоренная элиминация ви да в ближайшем времени.

На основании анализа изменчивости длины (рисунок 3) особей в уловах в период с 2014 по 2017 гг можно отметить, что средняя длина особей уменьшается. Это может свидетельствовать о чрезмерном изъятии неполовозрелых особей, в результате чего происходит недостаточное пополнение нерестовых запасов и адаптивные способности популяции в условиях промысла не могут обеспечивать нормальное восполнение численности.

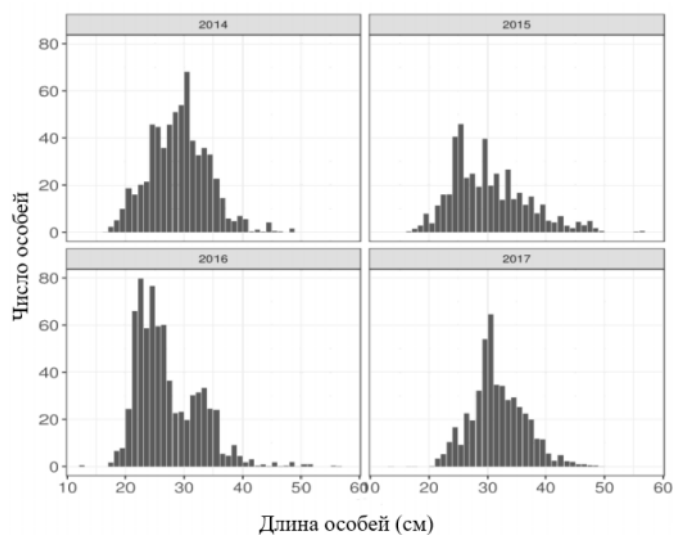


Рисунок 3. Частота встречаемости камбалы-тюрбо в соответствии с длиной в период 2014 - 2017 гг в 22-32 подрайонах Балтийского моря [33]

В последние годы наблюдается снижение общего вылова камбалы - тюрбо более чем в 2 раза (по сравнению с 1999 -2005 гг) во всей акватории Балтийского моря и более чем в 3 раза в 26-м подрайоне (Российской части Балтийского моря), но при этом вылов на одно промысловое усилие в зоне 26-го подрайона остается относительно высоким [25].

Максимальный российский вылов камбалы -тюрбо был зарегистрирован в 1998 г (96 т), однако уже в 2001 и 2008 -м гг он составлял 69 и 14 т соответственно. Данный факт указывает на значительное снижение численности популяций. В 2009-2010 гг промысел не велся из-за экономической неэффективности; объемы вылова на 2011 г оценивались как 30-50 т. На момент 2012 г доля данного вида составляла от 0,1 до 0,4 % от общего объема вылова. [6]

Постепенно снижающаяся численность является закономерным следствием применения решений по регулированию рыболовства, результатов их конкретного исполнения и воздействий флуктуаций условий окружающей среды.

Численность популяций определяется множеством факторов (биотических, физических (абиотических), антропогенных): межвидовой конкуренцией, изменениями нерестовых акваторий вследствие

гидротехнического строительства, нерациональности или чрезмерности промысла, неблагоприятными гидрохимическими условиями (соленостью, температурным режимом; колебаниями уровня воды; попаданием в воду различных поллютантов; шумовым и световым загрязнениями). Отдельно следует отметить проблему эвтрофированности Балтийского моря. Загрязнение органическими веществами акватории происходит с бо льшей скоростью, чем других морей, ввиду замедленного водообмена с Северным морем и мелководностью [24].

Совокупность приведенных выше факторов оказывает существенное влияние на гидробионтов, вследствие чего экосистема теряет устойчивость на некоторых трофических уровнях.

Антропогенное загрязнение обусловлено несколькими источниками: наземной и морской хозяйственной деятельностью. Вследствие физико - географических особенностей Балтийского моря, высокой плотности населения и развитой промышленности в окружающи х море странах возникают особые проблемы: достаточно широкое распространение атомных электростанций на побережье, наличие захоронений химического оружия на дне, присутствие инвазийных видов и др. [5]

Основными элементами-биогенами, наиболее активно участвующими в процессе эвтрофирования моря, являются азот (N) и фосфор (P), входящие в состав канализационных и промышленных стоков. Поступление фосфора и азота в Балтийское море, включая поступление из Датских проливов, оценивается в 53 тыс. тонн P и 1 060 тыс. тонн N в год. Основная часть биогенов поступает в море с суши, следствием чего является повышение их концентраций в прибрежных водах. Это означает, что биологические изменения, обусловленные эвтрофикацией, в прибрежной зоне проявляются более сильно, чем в открытых районах моря, что не является благоприятным фактором для камбалы-тюрьбо.[26]

Поступление нефтяных углеводородов в море обусловлено речным стоком, прямыми сбросами, разливами, возникающими во время аварий при

транспортировке нефти, очистке нефтяных танкеров, потери нефти в процессе разработки и эксплуатации прибрежных платформ.

Захоронение отравляющих веществ (химического оружия, затопленных химических боеприпасов, боевых отравляющих веществ и продуктов их разложения) также негативно влияет на состояние экосистемы моря.

Основные изменения, отмечающиеся в прибрежных водах:

- Увеличение первичной продукции;
- Усиление цветения фитопланктона;
- Увеличение концентрации хлорофилла -А;
- Увеличение осаднения органического вещества на дно ;
- Увеличение биомассы макробентоса выше галоклина ;
- Увеличение дефицита кислорода в придонных слоях воды ;
- Уменьшение прозрачности;
- Уменьшение биомассы макробентоса под галоклином ;
- Нарушение мышечной, нервной, иммунной и репродуктивной функций животных;
- Снижение видового разнообразия и уменьшение общей биомассы ;

Масштабы антропогенных воздействий в XX веке характеризуют следующие данные:

- Увеличение первичной продукции в пелагиали на 30 -70%;
- Увеличение продукции зоопланктона на 25% ;
- Увеличение осаждающегося на дне органического углерода на 70 - 190%;
- Примерное удвоение продукции макробентоса выше галоклина ;
- Исчезновение кислорода в придонных слоях, повлекшее за собой уничтожение макробентоса на площади примерно 100 000 км² в Балтийском море.

1.2 Обоснование возможности искусственного воспроизводства камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов представляет собой ряд мероприятий, направленных на сохранение и в осполнение сокращающихся популяций. Временное ограничение или прекращение промысла не гарантирует восстановление численности популяции. [30]

Элиминация камбалы-тюрбо в Балтийском море носит общий характер, т. е. совокупность внешних воздействий, оказываемых на популяции, превышает адаптивные возможности вида, что заключается в закономерном снижении численности. Уместность организации работ по искусственному воспроизводству в отношении данного вида весьма рациональна с точки зрения предосторожного подхода [32].

В сложившихся условиях прогрессирующей глобализации и усиления антропогенного воздействия на природу вопрос о снижении или ликвидации негативных последствий данного воздействия особенно важен. В отношении элиминируемых видов может быть использован комплекс действий и мер по искусственному воспроизводству численности естественных популяций.

Несмотря на то, что камбала-тюрбо не является основным промысловым ресурсом Балтийского моря для Российской Федерации, численность запасов данного вида на протяжении последних лет имеет тенденцию к снижению, что может вызывать опасения относительно сохранности данного вида в природе в будущем.

Ухудшение ряда гидрохимических параметров среды обитания камбалы-тюрбо связано не только с деятельностью человека, но и с особенностями водообмена Балтийского моря. Балтийское море имеет замедленный водообмен с Северным морем через Датские проливы, что обусловлено разницей в уровне и рельефе дна моря и проливов соответственно. В восточной части море подвергается значительному ураспреснению за счет речного стока.

Анализируя распределение солености поверхностных вод Балтийского моря (рисунок 4) можно отметить относительно равномерное распределение значений солености поверхностных вод.

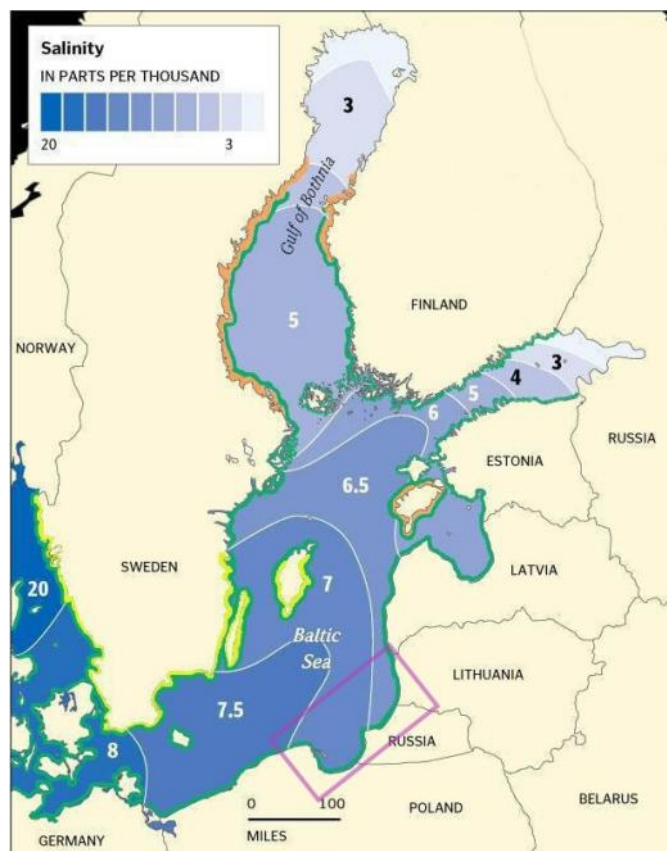


Рисунок 4. Карта распределения солености в Балтийском море; выделены Куршский и Калининградский заливы [11]

Рассчитывать на успешность естественного нереста, приближенную к 100 %, не приходится, т. к. нерест камбалы-тюрьбо происходит в прибрежной мелководной зоне, где придонные течения вод Северного моря с повышенной соленостью невелики, что нельзя считать благоприятными условиями для естественного размножения камбалы -тюрьбо.

Рассматриваемый в данной работе 26-й подрайон Балтийского моря располагается в восточной части акватории моря около Калининградской области.

В целях предотвращения полной элиминации вида будет целесообразным обратить внимание на данную ситуацию в рамках предосторожного подхода, а именно, способствовать повышению численности популяций уже в настоящее время.

В результате проделанного исследования с учетом опыта прошлых лет и обобщения теоретических и практических аспектов рассматриваемой проблемы можно отметить возможность реализации на практике искусственного воспроизводства камбалы-тюрбо в Российской Федерации при условии отработки биотехники воспроизводства, учитывающей специфику ранних стадий онтогенеза этого вида в условиях пониженной солености.

Исчезновение какого-либо вида влечет за собой неотложное изменение всей экосистемы. Наступивший в трофической цепи дисбаланс может быть нивелирован искусственным воспроизводством [38]. Сохранение биологического разнообразия в бассейне Балтийского моря заключается в поддержании гетерогенности популяций гидробионтов, устойчивости трофических связей, и, как следствие, придании стабильности всей экосистеме.

Необходимость искусственного воспроизводства состоит в том, что в условиях неукоснительно усиливающегося антропогенного воздействия вероятность нормального естественного восполнения сокращающейся на данный момент времени популяции весьма маловероятно, что может привести к невозможности стабилизации промысловых запасов и сохранения уловов на достаточно высоком уровне. Кроме того, значение искусственного воспроизводства будет возрастать параллельно с увеличением антропогенного воздействия на окружающую среду, что делает искусственное воспроизводство одним из самых приоритетных направлений развития рыбохозяйственного комплекса.

Одной из основных проблем искусственного воспроизводства является нехватка производителей, снижение качества потомства и выпуска молоди.

Отсутствие ремонтно-маточных стад создает проблемы технологии адаптации диких производителей к искусственным условиям, что влечет за собой стресс и возможное ухудшение качества половых продуктов, в связи с чем вопрос создания маточных стад стоит особенно остро.

Большое внимание следует уделять стартовым кормам и сбалансированности их состава. Необходимо оценивать результативность искусственного воспроизводства не по численности выпускаемой молодежи, а по динамике численности восполняемой популяции, что позволит формировать более полное представление о результатах выпуска.

В настоящий момент времени мероприятия по искусственному воспроизводству на федеральном уровне не разработаны [17].

Восстановление запасов камбалы-тюрьбо до уровня, позволяющего осуществлять их экономически выгодное промысловое использование при условии ликвидации браконьерства, возможно при разработке и использовании технологии выращивания вида в искусственных условиях. В рамках искусственного воспроизводства камбалы-тюрьбо проводятся исследования по отработке биотехники получения посадочного материала, включающие в себя: отлов, транспортировку, стимуляцию производителей, получение половых продуктов и искусственное осеменение, инкубацию икры, вылупление личинок и последующее подращивание до мальков. План и контроль проведения исследований составляется на основании рекомендаций научно-исследовательских организаций, область компетенции которых позволяет оценить объемы выпуска, возраст молодежи и среднюю штучную навеску на момент выпуска.

1.3 Обзор европейского опыта искусственного воспроизводства камбалы-тюрьбо *Scophthalmus maximus*

Лидирующие позиции в искусственном разведении камбалы-тюрьбо занимают страны Юго-Восточной Азии (Китай – 55000 т) и Европы (Испания

– 8500 т, Португалия – 2400 т) [43]. Также осуществляется выращивание камбалы-тюрко на предприятиях аквакультуры в таких странах, как: Германия, Нидерланды, Норвегия, Шотландия и Великобритания, Франция, Дания, Исландия, Ирландия, Италия.

В середине XIX в. наблюдалось сокращение различных видов морских камбал вследствие чрезмерного и нерационального промысла, что привело к реализации рядом стран Западной Европы биотехнологий по воспроизводству камбал, в том числе и камбалы -тюрко.

Анализируя представленные диаграммы (рисунок 5, 6) можно отметить тенденцию к увеличению продукции камбалы -тюрков европейской аквакультуре.



Рисунок 5. Объемы выращивания камбалы -тюрко в Европе [36]

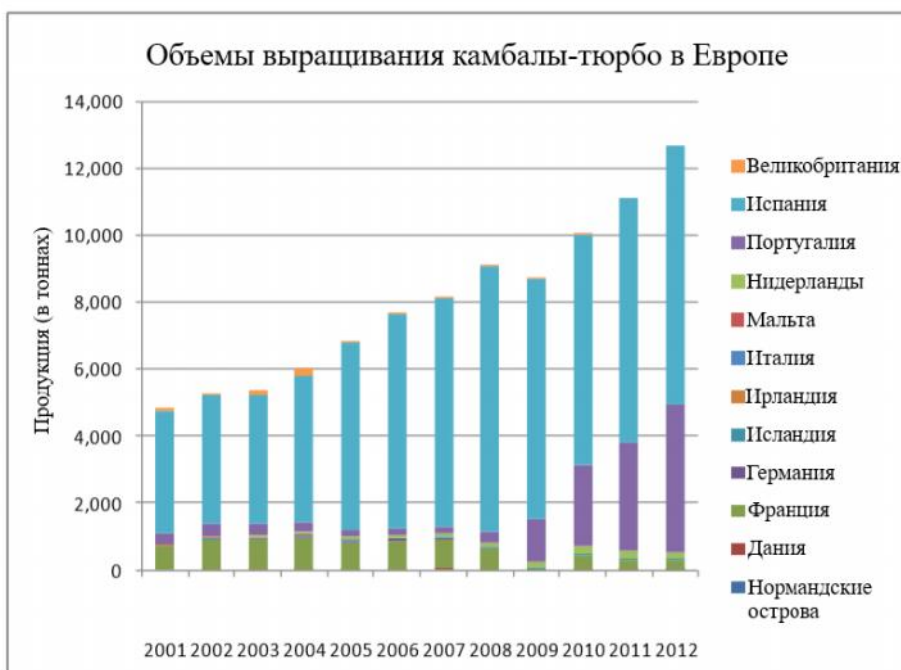


Рисунок 6. Объемы выращиваемых видов рыб в Европе [36]

Первые предприятия, специализирующие на разведении камбалы - тюрбо, созданы в 1880-1890-х гг. в Норвегии, Шотландии и Англии. За основное направление их деятельности принималось восполнение природных популяций с целью купирования процесса сокращения эксплуатируемых запасов. В сравнении с другими видами морских рыб, культивируемыми в Европе, камбала-тюрбо оказалась наиболее сложным объектом [51]. На протяжении длительного времени препятствием для организации коммерчески выгодного производства (рисунок 7) являлся высокий процент выхода молоди с незавершённым метаморфозом и с различными аномалиями.

Параллельно с основным направлением (пополнение естественных популяций), перспективным рассматривалось использование молоди в качестве посадочного материала для выращивания товарной продукции в отгороженных участках прибрежных морских акваторий, а также в прудах и бассейнах.

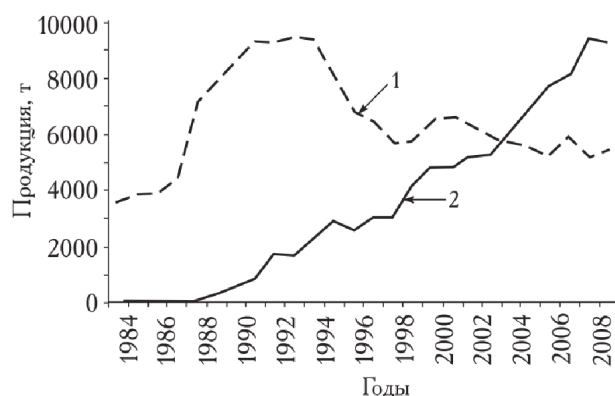


Рисунок 7. Объемы промышленного вылова и продукции аквакультуры камбалы -тюрбо в Западной Европе в 1984-2009 гг.

Обозначения: 1 — динамика вылова, 2 — выращивание товарной продукции [32]

Успехи в разработке методов культивирования камбалы спровоцировали изучение камбалы-тюрбо и интенсивное развитие исследований по созданию промышленных технологий разведения в 1970 – 1980-х гг. Основные биологические и технологические аспекты получения и выращивания личинок (с использованием «зеленой» воды и живых кормов — коловраток *Brachionus plicatilis* и артемии *Artemia salina*) были созданы в начале 1970-х гг.

Интенсивные технологии выращивания, такие, как использование «зеленой» или «чистой» воды, были разработаны в Великобритании и Франции. В Великобритании предприятия по выращиванию камбалы-тюрбо на данный момент времени используют системы рециркуляции воды, т. е. установки замкнутого водоснабжения, оборудованные современными системами контроля качества воды. Предложен метод выращивания с использованием полок в бассейнах (с целью повышения возможных плотностей посадок) [45]. Этот метод повышает экономическую рентабельность, но является уязвимым с точки зрения эпизоотического контроля рыб на нижних полках. Бассейны, как правило, закрываются светонепроницаемыми материалами для контроля светового дня и купирования потери тепла; оборудуются системами контроля уровня и расхода воды, концентрации кислорода и др. Обеспечиваются

теплоизоляцией (системы рециркуляции или системы рекуперации тепла), что достигается расположением бассейнов в помещении или их закрытия. Проектирование систем водоснабжения и оксигенации требует высокой точности, учета достаточного резервирования воды, систем сигнализации при возникновении непредвиденных ситуаций.

Считалось, что нестабильность процесса выращивания личинок (рисунок 8) является следствием неблагоприятного сочетания комплекса параметров (исходное качество икры и личинок, качество кормовых объектов). Исходя из данного предположения были определены критерии оценки качества икры, разработаны методы повышения пищевой ценности живого корма, контроля микробиологического состояния в бассейнах. Все разработанные принципы направлены на оптимизацию технологического процесса.



Рисунок 8. Личинки и молодь камбалы-тюрбо[14]

В Норвегии во второй половине 1980-х гг. были созданы предприятия, профилем работы которых являлось выращивание молоди камбалы -тюрбо на основе экстенсивной технологии (с использованием в качестве живого корма естественного зоопланктона). Данный способ относительно интенсивного метода преимущественнее с точки зрения меньших экономических затрат на

выращивание и невысокой доли молоди с нарушениями пигментации, но существенно более не практичен вследствие ограниченности возможности контроля параметров среды и сезонности цикла развития планктонных организмов, вследствие чего трудно прогнозировать положительный выход продукции [48]. Из 15 питомников Норвегии, эксплуатирующих экстенсивную технологию выращивания, к началу 1990-х гг. продолжал действовать лишь один. В настоящее время этот метод в отношении данного вида экономически нецелесообразен и больше не используется, несмотря на высокую пищевую ценность естественного зоопланктона, а также более высокую стабильность больших выростных систем в сравнении с относительно небольшими бассейнами.

В Дании были разработаны методы полуинтенсивного выращивания камбалы-тюрбо. Использование копепод в качестве живого корма способствует выход молоди высокого качества (более 95 % не имеет отклонений), но ощутимо повышает затраты на выращивание. Данная технология в настоящее время используется в датском питомнике, основанном в 1991 г.; объём ежегодной продукции — 0,50–0,75 млн экз. За период 1991–1998 гг. у побережья Дании выпускали меченую молодь тюрбо двух размерных групп: 4–6 и 11–16 см. По данным наблюдений, в течение первого года она оставалась на участке в пределах нескольких километров от места выпуска и характеризовалась высоким темпом роста [46]. Данный показатель у молоди первой размерной группы был несколько выше, чем у диких рыб. Смертность выпущенных рыб была сравнима со смертностью особей естественных популяций: спустя 4 года после начала выпуска показатель промыслового возврата составил 2,8 %.

На основе опыта Шотландии, Франции и Норвегии, в Испании в начале 1990-х гг. разработана комбинированная технология выращивания, представляющая собой комплексные технологии экстенсивного и полуинтенсивного методов: опыт экстенсивного норвежского метода, обеспечивающего стабильность выростных систем, со строгим контролем

микробиологического режима и пищевой ценности кормовых организмов интенсивных технологий. Данный метод обеспечивает высокое качество молоди (до 95 % молоди без аномалий); выживаемость к концу первого месяца жизни составляет 12 %.

Ведущая роль в исследовании процессов искусственного разведения камбалы-тюрбо принадлежит Испании. Также данный вид является первым, чей геном был секвенирован в данной стране. Полное секвенирование генома было проведено учеными из Испанского национального исследовательского совета (CSIC), Университета Сантьяго-де-Компостела и Испанского Национального центра анализа генома в Барселоне. Многочисленные рыбоводные предприятия Испании (STOLT, SeaFarmsofGalicia forexample) используют новейшие исследования и разработки, что позволяет создать естественный жизненный цикл рыбы в контролируемых условиях, полностью прослеживаемый от начальных стадий развития, на стадиях личинок и молоди, до взрослых особей (до трех лет). Контроль параметров среды (освещенности, температуры воды, гидрохимических показателей; более низкой плотности посадки и минимального инвазивного контакта) позволяют успешно реализовывать задачи не только по искусственному воспроизводству, но и по товарному выращиванию данного вида. В настоящее время основную часть европейской продукции камбалы-тюрбо выращивают в Испании: в 2009 г. доля от общей продукции камбалы-тюрбо составила 78 %; второе и третье места занимают Португалия и Франция — 14 и 6 % соответственно.

В Германии молодь тюрбо получали в небольших количествах (150 тыс. экз/год), используя интенсивную технологию «чистой воды» в установках с замкнутым циклом водоснабжения (рисунок 9). Усовершенствование технологий выращивания в начале 1990-х гг. способствовало повышению экономической рентабельности. Средний показатель выживаемости молоди к моменту перевода на искусственные

корма (20–30-е сут после вылупления) в питомниках, применявших интенсивные технологии, достигает 20 %.

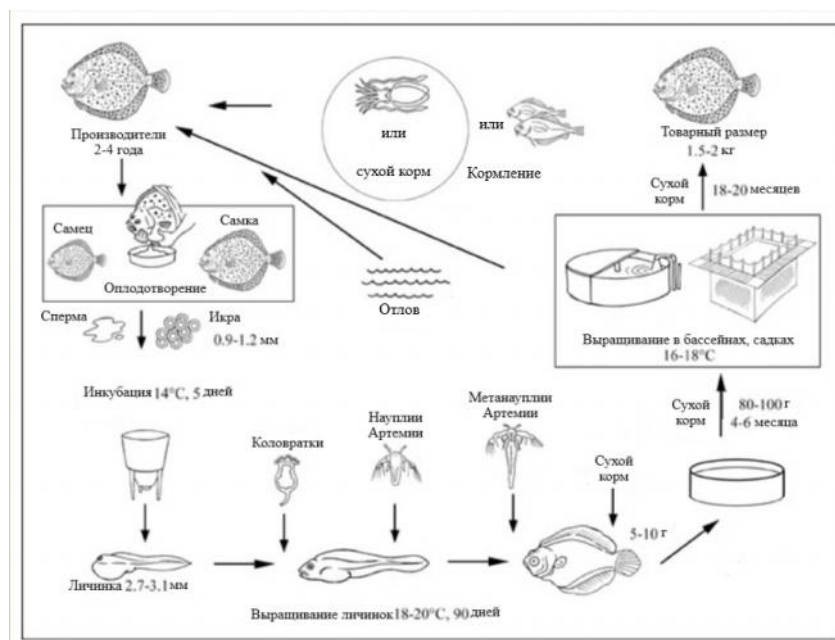


Рисунок9. Общая схема биотехники воспроизводства камбалы -тюрбо [39]

В Шотландии используется метод товарного выращивания на отработанных (сбросных) тёплых водах атомных электростанций. Результаты данных опытов подтверждают возможность создания высокоприбыльного производства товарной рыбы: при температуре 15–16 °C темп роста камбалы-тюрбо оказался в 2 раза выше, чем при естественном температурном режиме.

В Португалии используется метод проточных систем. Две водозаборные насосные станции расположены на расстоянии 2,4 км от берега, каждая из которых оснащена девятью насосами мощностью 250 кВт, обеспечивающими расход воды 10,8 м³ в секунду. Емкости для выращивания состоят из двух рядов из восьми производственных блоков, каждый из которых состоит из одного ювенильного и восьми растущих блоков. Все они покрыты светонепроницаемым материалом. Каждая ювенильная единица состоит из резервуаров (30 x 40 м²) для кормления молоди от 10 г до 100 г, что составляет в общей сложности 480 емкостей. В каждой ячейке для

выращивания имеется 20 резервуаров для выращивания, что составляет в общей сложности 1248 резервуаров.

В 2001 г. объём продукции трёх крупнейших питомников Франции, Норвегии и Испании превысил 7 млн экз/год. За период с 1984 г по 2009 г суммарная продукция в странах Западной Европы возросла с 5 до 9238 т [3 8]. При этом начиная с 2004 г. продукция аквакультуры этого вида превышает величину его вылова.

Разработка методов получения жизнестойкой молоди камбалы -тюрбо и массовое производство посадочного материала являются основой для организации работ по искусственному воспроизводству [23]. На данный момент времени основными вопросами, требующими решения для обеспечения максимальной эффективности как товарного выращивания, так и искусственного воспроизводства, являются:

- определение оптимальных размеров молоди ;
- рациональных объёмов выпуска ;
- выявление благоприятных для обитания районов ;
- отслеживание динамики численности восполняемых искусственным воспроизводством популяций.

Камбала-тюрбо относится к дорогостоящим в отношении выращивания видам. Однако несмотря на сравнительно высокие затраты на производство товарного тюрбо (4,58 и 3,98 €/кг — в рециркуляционных и проточных системах соответственно) его выращивание является высоко рентабельным при стабильности цен на готовую продукцию (около 9 €/кг). Учитывая это обстоятельство, а также высокую стоимость посадочного материала тюрбо - 1,25–1,30 €/экз, с большой долей вероятности можно предположить, что в ближайшем времени основной формой получения товарной продукции этого вида останется выращивание вида в искусственных условиях на основе интенсивных технологий.

1.4 Обзор российского опыта искусственного воспроизводства камбалы-тюрьбо *Scophthalmus maximus*

В Российской Федерации эксперименты по разработке биотехнологии выращивания камбалы-тюрьбо на данный момент времени проводятся на базе Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») и его Атлантического филиала («АтлантНИРО»)[7, 9, 16, 31]. На базе Азово-Черноморского филиала АзНИИРХ проводятся опыты по выращиванию черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus*[4, 15, 23, 34].

Для реализации цели необходима адаптация европейской технологии воспроизводства молоди камбалы-тюрьбо к условиям пониженной солености юго-восточной части Балтийского моря и разработка временных нормативов по заготовке производителей, получению от них половых продуктов, инкубации икры, выращиванию личинок на живых кормах до завершения метаморфоза, выращиванию молоди камбалы-тюрьбо в проточной морской воде до средней массы 1-3 г.

Промышленное выращивание камбалы-тюрьбо в бассейне Южной Балтики на сегодняшний день не ведется вследствие отсутствия биотехники, учитывающей специфику ранних стадий онтогенеза этого вида в условиях пониженной солености. Экспериментальные работы по воспроизводству камбалы-тюрьбо, проводимые АтлантНИРО в 1995-2000, 2003-2004, 2008-2012 гг не позволили успешно контролировать массовое прохождение личинками стадии метаморфоза.

Основными отработанными этапами являются методики взятия половых продуктов, оплодотворения, инкубации и подращивания личинок камбалы-тюрьбо, получение единичных экземпляров мальков, прошедших стадию метаморфоза.

Основные характеристики устройства опытных участков по выращиванию камбалы-тюрьбо в России:

- расположение бассейнов в термостатированном помещении с возможностью плавной регулировки температуры ;

- напорная емкость, буферная емкость, накопительные емкости, инкубационные емкости, емкости для подращивания личинок и выращивания молоди;

- система фильтрации и аэрации воды ;

- система культивирования микроводорослей и живых кормов.

Основной технологией, применяемой на этапе подращивания личинок, является технология «зеленой воды», используемая в ряде стран Европы (заключается во внесении в выростные емкости суспензии микроводорослей).

Данные работы доказывают, что в условиях Юго -Восточной Балтики, с ее низкой соленостью в прибрежной части, возможно успешное культивирование камбалы-тюрьбо до стадий, пригодных для выпуска в море, а также способствуют актуальности вопроса выращивания камбалы -тюрьбо в настоящее время [22].

2 Биотехнические особенности получения посадочного материала камбалы-тюрьбо *Scophthalmus maximus*

Основными задачами культивирования морских рыб в искусственных условиях с использованием систем замкнутого водоснабжения являются:

- разработка и модернизирование существующего технического оборудования для создания условий содержания, приближенных к естественным;
- изучение взаимосвязей роста и нормального развития рыб в соответствии с гидрохимическими параметрами воды ;
- разработка и модернизирование методов выращивания живых кормов для кормления личинок;
- изучение закономерностей развития рыб на разных стадиях онтогенеза с целью определения оптимальных условий содержания .

Отработка биотехнологии выращивания камбалы -тюрьбо заключается в оптимизации условий содержания производителей, параметров инкубации икры, содержания личинок и молоди в условиях контроля температуры, солености, продолжительности светового периода, рН, скорости потока воды, концентрации кислорода и других гидрохимических параметров. В настоящее время приоритетным считается реализация воспроизводства в системах замкнутого водоснабжения.

Эксплуатируемые бассейны изготавливаются из стеклопластика в целях нивелирования возможных токсических эффектов [3]. Материал, из которого изготовлен бассейн, должен отвечать ряду характеристик:

- не оказывать влияния на гидрохимический состав воды;
- иметь высокую механическую прочность и ударопрочность;
- иметь гладкую поверхность для избежания задерживания взвешенных частиц и травмирования рыбы.

Биотехника выращивания камбалы -тюрбо невозможна без обеспечения производства живыми кормами. Основными задачами культивирования микроводорослей, коловраток и рачков в искусственных условиях являются:

- изучение условий и закономерностей развития используемых организмов в искусственных условиях ;
- изучение взаимосвязи параметров условий окружающей среды и темпов роста (сопряженный эффект освещенности и температуры) ;
- для коловраток – определение водорослевой диеты, в результате чего их питательный состав становится наиболее благоприятным для кормления личинок.

2.1 О технологии получения посадочного материала камбалы - тюрбо *Scophthalmus maximus* в экспериментальных условиях

На основе ранее отработанных методик взятия половых продуктов, оплодотворения, инкубации, подращивания личинок и выращивания молоди общая схема биотехнического процесса на настоящий момент может быть представлена следующим образом (рисунок 10). Система установок замкнутого водоснабжения, используемых в эксперименте, представлены на рисунке 11.

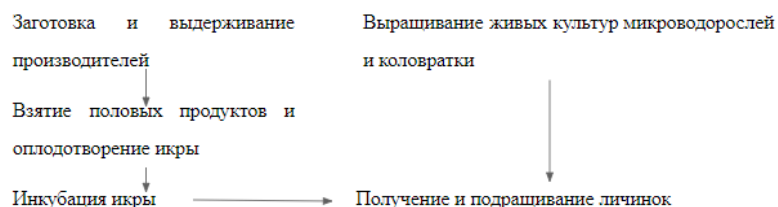


Рисунок 10. Схема биотехнического процесса

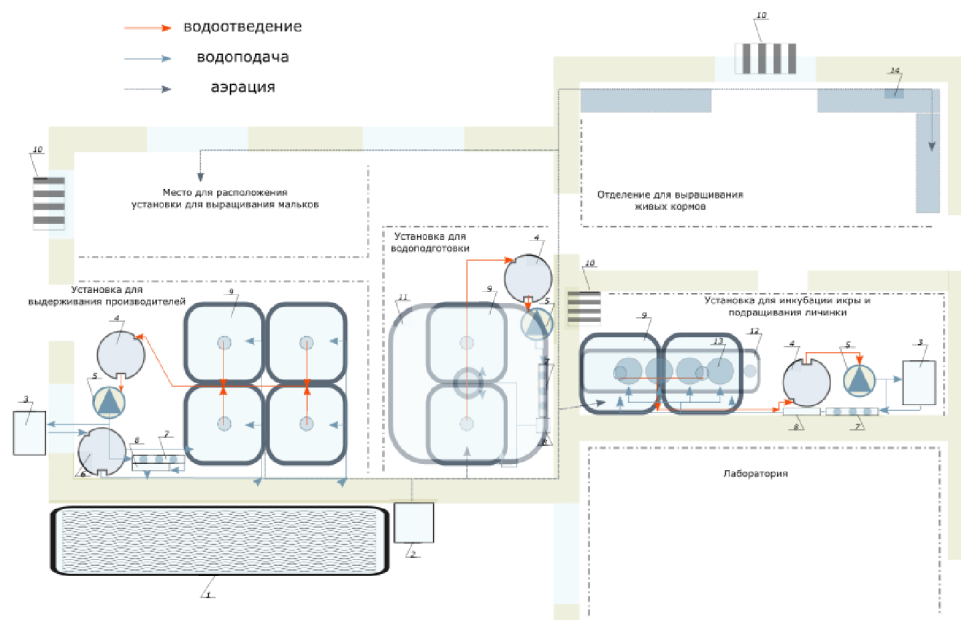


Рисунок 11. Общая схема экспериментальной установки [20].

Обозначения: 1 – емкость для морской воды; 2 – вихревой компрессор; 3 – чиллер; 4 – приемная емкость; 5 – циркуляционный насос; 6 – дополнительная приемная емкость; 7 – натрубные фильтры; 8 – УФ-стерилизатор; 9 – бассейн объемом 0,5 м³; 10 – кондиционер; 11 – бассейн объемом 1,8 м³; 12 – лоток; 13 – инкубационный аппарат; 14 – стойка для выращивания живых кормов.

Методика содержания ремонтно-маточных стад камбалы-тюрбо не отработана, поэтому получение производителей производилось путем их вылова из естественных условий (побережье Куршской косы Калининградской области) в период (15-31 мая) нереста (таблица 2) с помощью донных ставных сетей (с шагом ячеи 115-120 мм) на глубинах 5-10 м.

Отловленных производителей отбирали придерживаясь следующих критериев:

- взятые производители были живыми;
- самки имели длину не менее 35 см;
- производители не имели внешних травм, повреждений, пигментных пятен, следов сдавливания сетью;
- производители имели половые продукты четвертой или пятой стадии зрелости;

- производители отбирались из сетей, время застоя которых составляло не более 24 ч.

Таблица 2 – График экспериментальных работ по искусственному воспроизводству камбалы-тюрьбо *Scophthalmus maximus* в 2018 г. на НЭБ АтлантНИРО

Вид выполняемых работ	Месяцы (по декадам)											
	май			июнь			июль			август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Отлов производителей												
Подготовка живых кормов												
Выдерживание производителей												
Получение пол. продуктов												
Инкубация икры												
Выращивание личинок												
Выращивание молоди												

После доставки в цех производителей помещали в 500 -литровые стеклопластиковые бассейны, попутно сортируя в соответствии со стадией зрелости и полом (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристики производителей камбалы-тюрьбо

Показатель, ед. изм.	Характеристика
Средняя масса производителей, кг	самки 1,0 самцы 0,4
Размер, см	самки 35-50 самцы 15-35
Соотношение полов при получении половых продуктов, шт.	1:2; 1:3
Абсолютная порционная плодовитость самок, тыс. шт.	110-220

В бассейнах поддерживалась постоянная проточность; аэрация; продолжительность освещения в соответствии с естественным суточным периодом; среднее значение температуры – 17,8°С; водообмен 488 л/ч.

Стимуляция нереста производилась двумя способами: экологическим и физиологическим (метод гипофизарных инъекций). Экологический метод заключается в плавном повышении температуры воды в бассейнах с производителями (с 9-10°C в течение первых пяти суток до 13-15°C в последующие).

После проведения инъекции самки проверялись на предмет выделения созревших икринок каждые 2 часа. При наличии текущей икры берется небольшая проба и проверяется на пригодность к оплодотворению (рисунок 12). Состояние икры в пробе оценивалось под биноклем (рисунок 13) с небольшим добавлением 1,5% водного раствора фуксина или нейтрального красного, при взаимодействии с которым икра в соответствии со степенью зрелости окрашивается (таблица 4). У самцов половые продукты извлекались вскрытием.



Рисунок 12. Сцеживание икры у самки камбалы -тюрбо

По мере созревания нескольким самкам проводились внутримышечные гормональные инъекции из приготовленной суспензии гипофизов карпа и сазана. В зависимости от массы самки рассчитывалась необходимая масса

гипофизов (5 мг/кг) и 0,9 % водного раствора хлорида натрия, на основе чего приготавлилась суспензия, впоследствии вводимая самкам в первую треть спинной мышцы выше боковой линии. Применение гормональных инъекций целесообразно и может дать результаты при учете видоспецифичного подбора гипофизов (использование высушенных гипофизов камбалы -тюрбо).

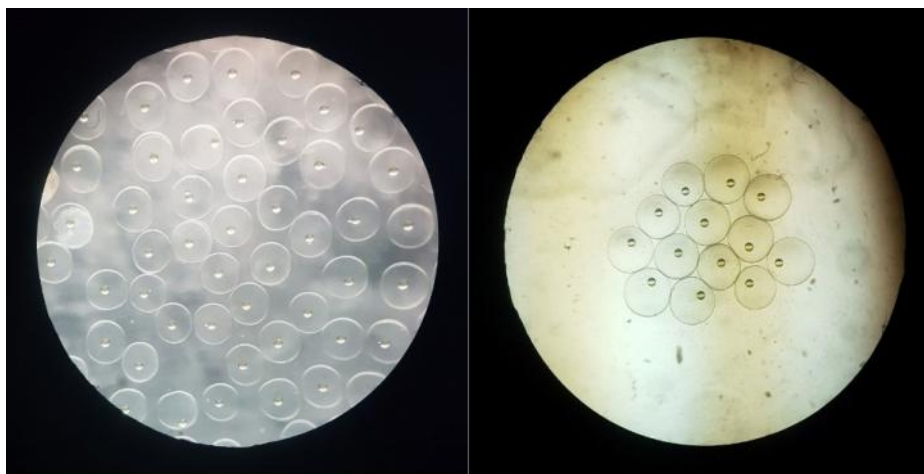


Рисунок 13. Неоплодотворенная икра камбалы -тюрбо

Таблица 4 – Определение качества икры при использовании красителя (фуксина или нейтрального красного)

Качество икры	Фуксин	Нейтральный красный
Незрелая икра	Интенсивно розовая окраска; равномерное окрашивание всего ооцита	Красно-коричневая окраска; равномерное окрашивание всего ооцита
Зрелая икра	Слаборозовая окраска; оболочка икринки окрашивается, внутреннее содержимое – не окрашивается	Слаборозовая окраска; оболочка икринки окрашивается, внутреннее содержимое – не окрашивается
Перезрелая икра	Интенсивная розовая/красная окраска; оболочка икринки окрашивается, внутреннее содержимое – не окрашивается	Кирпичная/красно-коричневая окраска; оболочка икринки окрашивается интенсивно, менее интенсивно окрашивается внутреннее содержимое

Вода, используемая в процессе оплодотворения, соответствовала параметрам воды, в которой проводилась инкубация (14‰ и 13°C). Вся посуда, используемая в процессе оплодотворения, стерилизовалась и протиралась насухо. Икру сцеживали в 150-миллилитровый стерильный

стеклянный стакан (рисунок 14). Всего качественная икра была взята у 4 самок. Семенники 1-2 самцов извлекали из полости тела, мелко измельчали скальпелем в чашке Петри, протирали через марлю и добавляли к икре. Затем добавлялось небольшое количество воды, что требует максимально быстрого проведения данной процедуры, т.к. соприкосновение икры и спермы с водой вызывает их активацию.

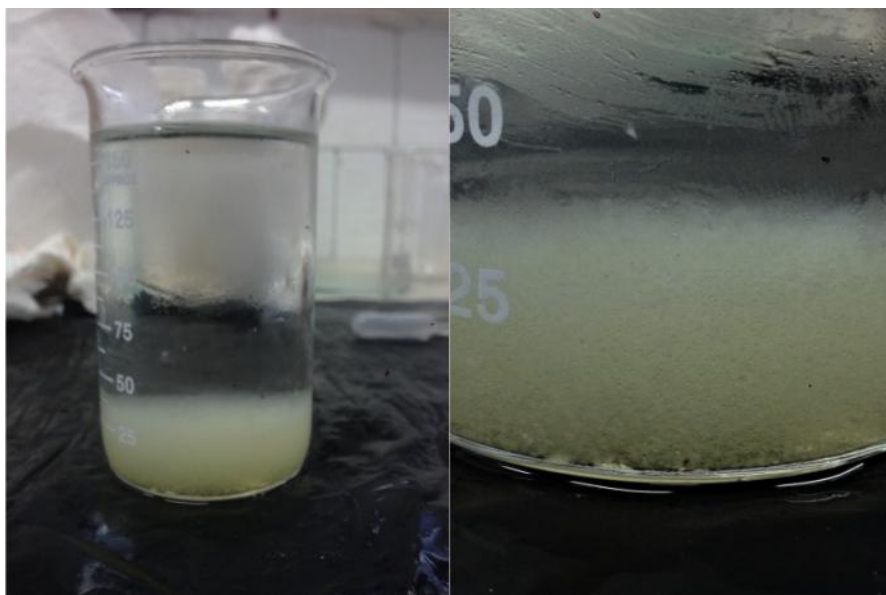


Рисунок 14. Икра в процессе промывания

После 5-6 минутной экспозиции производилось 5-7 промываний икры, что способствует ее очистке от остатков спермы и сгустков крови (рисунок 15).

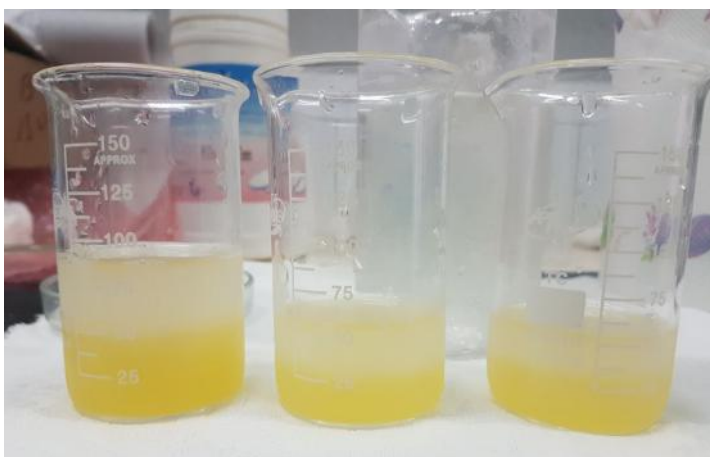


Рисунок 15. Промывание икры камбалы -тюрбо перед закладкой на инкубацию

Затем икра закладывалась на инкубацию в инкубационные аппараты (объемом 20 л) (рисунок 16), в количестве 20 тыс. шт. и 25 тыс. шт. (20 и 25 мл оплодотворенной икры соответственно).



Рисунок 16. Инкубационный аппарат

В аппаратах были установлены аэрационные трубки, что способствует постоянному перемешиванию икры. Инкубация происходила при солености 14‰ [38] и диапазоне температуры воды 13-14°C (таблица 5). Массовое вылупление началось на 6-7 сутки (150 ч.) По мере вылупления личинок проточность и температуру повышали.

Таблица 5 – Параметры инкубации икры

Параметры, ед. изм.	Показатели
Оплодотворяемость икры, %	80-95
Отход икры за период инкубации, %	<40
Соленость, ‰	12
Температура, °C	13,8±1
Расход воды на 10 тыс. икринок, л/ч	2-3
Выход личинок, %	>70
Плотность содержания икры, тыс. шт./л	1

Следует отметить, что в контрольной пробе икринок их диаметр несколько меньше, чем изложено в нормативах. Диаметр икринок примерно составлял в среднем около 1,2 мм (таблица 6). Общая сумма икринок в пробе объемом 1 см³ содержалось около 1979 икринок; объемом 0,3 см³ – около 586.

Таблица 6 – Диаметр икринок

Номер икринки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Диаметр (мм)	1,1	1,05	1	1,2	1,1	1,05	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,8	1,12	1,2	1,0	1,5	1,1	1,8	1,1	1,1	1,1	1,5

Выход жизнеспособных личинок зависит от качества оплодотворенной икры, определяемого непосредственно перед оплодотворением. Количество нормально развивающихся икринок составило около 45 %. Под «ненормально» развивающимися икринками подразумевается деформированная форма икринки; различные аномалии; неправильная форма образовавшегося бластодиска; беловато -мутный цвет желтка и др.

2.2О технологииприготовленияживых стартовыхкормов(*Nannochloropsisoculata*, *Dunaliellasalina*,*Brachionusplicatilis*) длякамбалы-тюбo*Scophthalmusmaximus*

Культивированиемикроводорослей является важным процессом в рыбоводстве [1].Являясь основой питания коловраток, они непосредственно влияют на их биохимический состав, тем самым формируя начало пищевой цепи для личинок и молоди. Культивирование микроводорослей (преимущественно *Nannochloropsisoculata*, *Dunaliellasalina* и коловраток (преимущественно *Brachionusplicatilis*) проводилось в термостатированном

помещении с круглосуточной воздухоподачей и световым режимом. *Nannochloropsis oculata* (рисунок 19) в последние годы наиболее востребованы для разведения на различных предприятиях аквакультуры ввиду высокой питательной ценности (содержит необходимое количество эйкозапентаеновой кислоты (EPA, 20: Sn-3)), что позволяет повысить выживаемость личинок во время перехода на смешанное и экзогенное питание [50]. При массовом производстве коловратки *Brachionus plicatilis* на основе культуры *Nannochloropsis*, плотность и скорость размножения коловраток почти в два раза выше по сравнению с *Chlorella sp.*, *Tetraselmis sp.* и пекарскими дрожжами [47]. Следует отметить, что биохимический состав коловраток, выращенных на культуре микроводорослей *Nannochloropsis oculata* имеет достаточное количество аминокислот и жирных кислот, необходимых для нормального развития личинок хищных рыб.

Культивирование микроводорослей и коловраток для выращивания личинок проводили в термостатированном помещении. Круглосуточная освещенность поддерживалась благодаря панелям из ламп дневного света. Участок для культивирования живых кормов представлял собой стеллаж для размещения емкостей и колб объемами от 0,5 до 5 л, оснащенный специальной воздухоподающей линией для каждого уровня с возможностью регулировки подачи воздуха (рисунок 17).

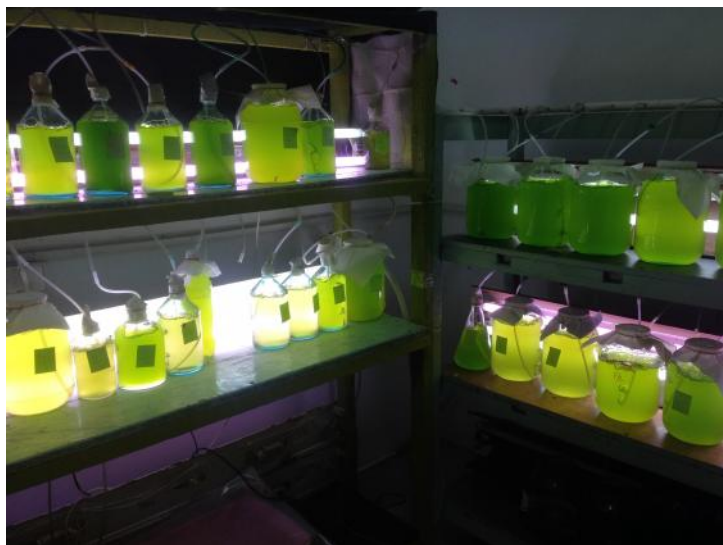


Рисунок 17. Участок культивирования живых кормов

Стеклянная посуда и используемая вода стерилизовалась в стерилизационном шкафу при температуре 120°C в течении 45 минут. Трубочки, через которые устанавливается подача воздуха в колбы, стерилизовались в 1,5-2,0% растворе дихлоризоцианурата натрия.

Культивирование водорослей является важным процессом в рыбоводстве. Являясь основой питания коловраток, они непосредственно влияют на их биохимический состав, тем самым формируя начало пищевой цепи для личинок и молоди.

Dunaliellasalina (рисунок 18) – одноклеточная зеленая водоросль, встречающаяся в средах с высокой концентрацией соли [2].

Пересев культур на свежую среду осуществляли через каждые 4 -7 суток в зависимости от концентрации микроводорослей. Для пересева на свежую среду берется 1/2 – 1/4 объема культуры в зависимости от объема нового сосуда. Среда для микроводорослей готовилась добавлением в стерилизованную воду среды Уолна [52] витаминов В1 и В12 в расчете 1 мг/л и 0,1 мг/л соответственно [44].



Рисунок 18. Зеленая микроводоросль Дуналиелла *Dunaliellasalina* [37]

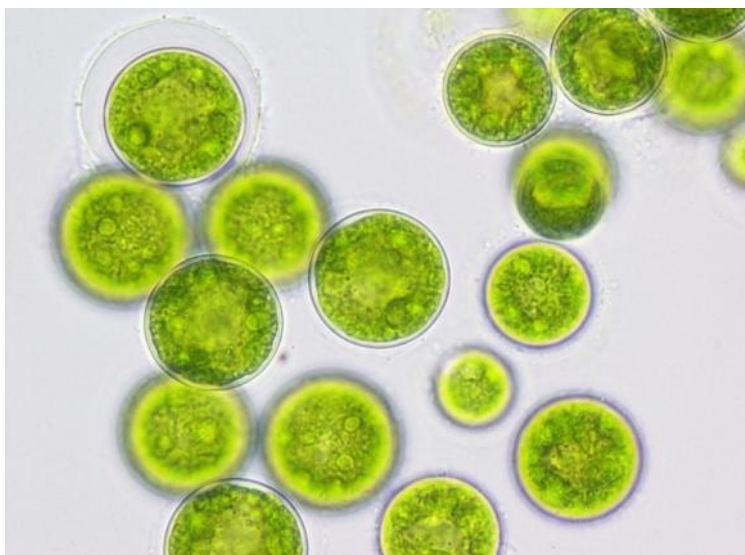


Рисунок 19. Зеленая микроводоросль Нанохлоропсис *Nannochloropsis oculata* [49]

Brachionus plicatilis Muller - солоноватоводная (диапазон солености 9 - 32‰ [47]) планктонная коловратка, подходящая личинкам камбалы -тюрбо по размерно-морфологическим характеристикам в качестве стартового живого кормового организма при переходе на внешнее питание (0,1 – 0,3 мм) (рисунок 20). Величина пищевых частиц (микроводорослей) для коловраток не должна превышать 12-15 мкм.

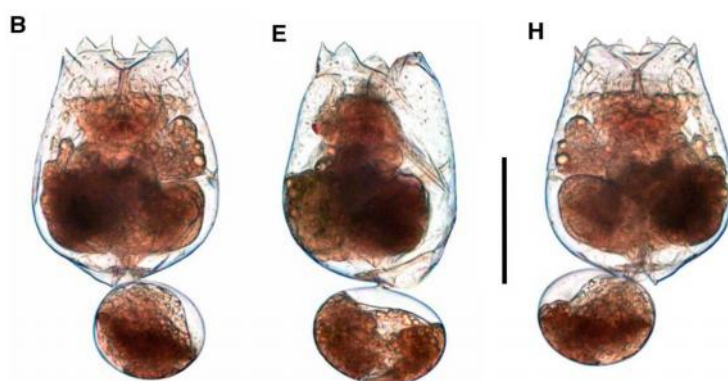


Fig. 1 *Brachionus plicatilis* species complex.
B, dorsal view; **E,** lateral view; **H** ventral view.
B, E, H Medium (SM4) strain, clone MULCL;
 Scale bar = 100 μ m

Рисунок 20. Коловратка *Brachionus plicatilis* Muller.
 Обозначения: В – дорсальная сторона; Е – латеральная сторона; Н – вентральная сторона.
 Масштаб 100 мкм [47]

Маточную культуру коловраток постоянно разделяли на новые культуры. Условия, необходимые для создания благоприятного культивирования: стерилизованная вода, микроводоросли, среда Уолна, воздухоподача, постоянный световой и температурный режим.

Культивирование коловраток осуществляли при солености среды (13-14‰), содержании кислорода не менее 0,8 мг/л, pH среды 7,6-7,7, температуре 26-28° С, круглосуточной освещенности.

В период культивирования коловраток их культура содержалась в емкостях различного объема. Культура коловраток вносится в культуру микроводорослей с оптимальным исходным засевом 5-10 экз./мл. Через 5-7 суток плотность популяции коловраток достигала 200-350 экз./мл.

В процессе развития культуры велся контроль за ее состоянием путем ежесуточного анализа проб из толщи воды, в процессе чего оценивалась численность, соотношение живых и неживых коловраток. При высоких концентрациях культуры она засеивалась в другие культиваторы, в существующем культиваторе, таким образом, оставляется ее часть и понижается плотность.

Использованные в экспериментах микроводоросли выращивали в накопительном режиме на основе стерилизованной морской воды обогащенной средой Уолна, при температуре 23 ± 1.5 С. Круглосуточное освещение с помощью люминесцентных ламп для растений.

При переходе личинок на смешанное питание (5 сут. после выклева) основой их рациона служила культура коловраток *Rotifers* в концентрации 4-5 шт/мл, выращенная на культуре микроводорослей *Dunaliellasalina* и *Nannochloropsisoculata*.

После выклева личинки (рисунок 21) были перенесены в 20-литровую выростную емкость с зеленой водой (ЗВ), т.е. содержащую суспензию микроводорослей и коловраток (*Brachionusplicatilis*) в начальной концентрации 4-5 шт/мл. Плотность посадки личинок составляет 15-25 тыс.

шт/м³, что составляет 3000-5000 шт. на одну рыбоводную емкость при ее объеме 200 л.

Поддержанию благоприятного гидрохимического режима способствовала «зеленая» вода, создаваемая внесением за 2-е суток до посадки личинок культур микроводорослей, служащих пищей для коловраток. Круглосуточное освещение емкостей обеспечивалось люминесцентными лампами. Отсутствие проточности компенсировалось развитием микроводорослей, что снижало возможность накопления в воде токсичных для личинок веществ (аммиак, нитриты, сероводород), водородный показатель рН составлял 8,5-8,8 и кислород 9,0-10,2 мг/л.

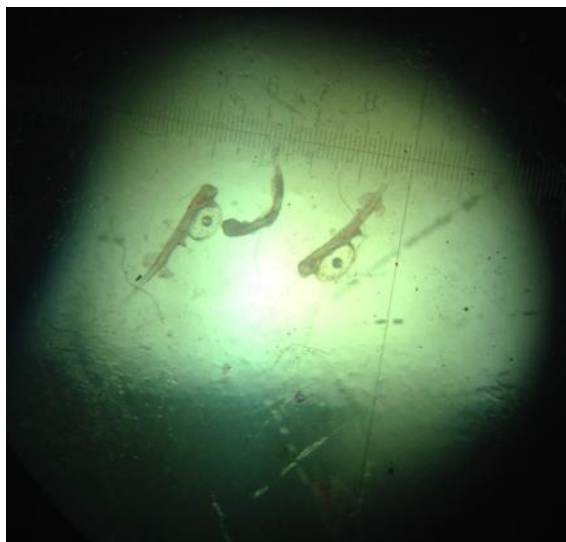


Рисунок 21. Личинки камбалы-тюрко

Одноклеточные водоросли и стартовые кормовые организмы вносили из расчета поддержания общей концентрации соответственно 104 кл/мл и 4-5 экз./мл.

В емкость объемом 200 л было посажено 1000 шт. суточных личинок камбалы-тюрко. Температура воды к моменту посадки личинок была доведена до 13°C; на 3-4-е сутки, к моменту перехода на активное питание до 16°C. В течение всего периода выращивания температуру воды поддерживали на уровне 16-18°C. Концентрация коловраток в среднем на три

пробы по 1 мл составляла 3-5 шт./мл, но не более 6 шт./мл. Присутствие большего количества коловраток угнетает личинок.

По мере роста (на 12-15 сут) вводилась *Artemiasalina* (рисунок 22) в концентрации 0,3-1 шт. Артемия *Artemiasalina* – вид ракообразных из отряда жаброногих *Branchiopoda*.

Плавательный пузырь начал заполняться на 7 сутки. Часть личинок, у которых плавательный пузырь не заполнился, жили еще около 5-8 суток и продолжали питаться, но интенсивность питания снижалась.



Рисунок 22. Артемия *Artemiasalina*[35]

Рассасывание желточного мешка закончилось на 10-11 сутки. В это же время (12 сутки) в емкости стали вносить односуточные науплии артемии *Artemiasalina* из расчета 2-3 экз./мл. На 15-17 день у личинок сформировались основные элементы плавников, высота тела увеличилась. На 18 сутки личинки начали переходить на стадию метаморфоза. В период 20-45 сутки состав вносимых метанауплий артемии (48 часов) предварительно обогащали гомогенизированной смесью из филе камбалы-тюрбо, витаминов и рыбьего жира.

На 25 сутки у личинок появилась асимметрия глаз и они стали переходить к придонному образу жизни (рисунок 23). Водообмен в емкости составил 100% в сутки. Соленость заменяемой воды поддерживалась на уровне 12‰ (таблица 7).

Примерно на 27 сутки личинки переведены в бассейны о бъемом 0,5 м³ с замкнутой системой водоснабжения.



Рисунок 23. Личинки камбалы-тюрбо.

Обозначения: 1 – возраст 7 суток; 2 – 30 суток; 3 – 45 суток; 4 – 60 суток.

Таблица 7 – Параметры выращивания личинок камбалы -тюрбо

Характеристика	Ед. измерения	Показатель
Кислород	мг/л	>7
Температура	°С	17,0-18,0
Соленость	‰	12
рН		8,0-9,0
NO ₂	мг/л	<0,02
Продолжительность содержания в «зеленой воде»	сут.	25
Интенсивность освещения	лк	2000-4000
Плотность посадки личинок в бассейн	тыс. шт. / м ³	24
Последовательность кормления	сутки с момента выклева	
Коловратка <i>Brachionusplicatilis</i>	сут.	2-12
Науплииартемии <i>Artemiasalina</i>	сут.	8-25
Метанауплииартемии <i>Artemiasalina</i>	сут.	18
Выход личинок за период подращивания	%	45
Средняя масса личинок после подращивания	г	0,2-0,3
Концентрация корма	шт./мл	
Коловратка <i>Brachionusplicatilis</i>	шт.	3-5
Науплииартемии <i>Artemiasalina</i>	шт.	1-3
Метанауплииартемии <i>Artemiasalina</i>	шт.	1-3

3 Обзор рекомендаций и этапы реализации программ по искусственному воспроизводству камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus*

В сложившихся условиях легкой стагнации аквакультуры Российской Федерации исследование и применение существующих технологий может способствовать выходу из подобного состояния [21]. Акцентирование внимания на массовом воспроизводстве малоценных видов рыб не способствует развитию аквакультуры, в то время как воспроизводство камбалы-тюрбо, как ценного объекта, наиболее актуально чем многих других культивируемых видов рыб, особенно с учетом того, что преферендум условий содержания камбалы-тюрбо может быть легко обеспечен в ряде регионов России.

В связи с этим дальнейшее продолжение работы по усовершенствованию существующих методов с учетом и использованием опыта ряда зарубежных стран представляет собой весьма серьезную и перспективную тему для изучения.

Создание видоспецифичного подхода при разведении рыбы в искусственных условиях, безусловно, требует затрат в процессе становления, но при успешной разработке технологии выращивания повышает выход готовой продукции, попутно обеспечивая ее высокое качество.

Возможность создания успешных проектов аквакультуры в морских заливах и акваториях (особой экономической зоне) отмечена многими учеными [19]. Разработана модель региональной программы поддержки применения методологии управления проектами в развитии аквакультуры морских заливов [22].

Эксперименты по отработке биотехнологии камбалы -тюрбо в России проводились в Калининградской области, имеющей статус особой экономической зоны. Данный факт утверждает особый режим осуществления предпринимательской деятельности, что направлено на создание благоприятных условий для привлечения инвестиций, ускоренное развитие

депрессивных районов, формирование условий для развития предпринимательства и рыночной инфраструктуры, использование мирового передового опыта современных технологий, производства и торговли. В условиях наличия отработанной биотехнологии возможно не только разведение камбалы-тюрбо в целях искусственного воспроизводства, но и в целях товарной реализации. На примере ряда стран Европы можно проследить положительные результаты деятельности подобных рыбоводных ферм [29].

3.1 Предложения по совершенствованию нормативно -технической документации по получению посадочного материала камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*

Систематизация любого направления хозяйственной деятельности способствует прогрессу области, в рамках которой осуществляется деятельность. Возможно применение биологических и экономических рекомендаций, описанных ниже:

1. Применение специальных технологий, снижающих оказываемый на рыбу стресс при выращивании в искусственных условиях ;
2. Разработка специальных режимов выращивания (в целях снижения стресса производителей, микробных инфекций, использования антибиотических препаратов);
3. Генетические характеристики и программы отбора производителей ;
4. Оптимизация методов выращивания ;
5. Здоровье рыб, разработка вакцин, гипофизарных инъекций ;
6. Применение технических решений, позволяющих уменьшить площадь рыбоводного хозяйства и обеспечить техническую и биологическую очистку воды при условии ее сброса ;
7. Недопущение эксплуатации и изъятия из естественных условий производителей в период нереста (в соотв. с правилами рыболовства для

Западного рыбохозяйственного бассейна [18]), иными словами, пресечение браконьерства и создание эффективных мер по охране природных популяций;

8. Осуществление забора воды для запуска установки с использованием рыбозащитных устройств;

9. Многократность проведения эксперимента для скорейшей устойчивой отработки технологии воспроизводства ;

10. Разработка специализированных кормов, в т.ч. стартовых, с учетом естественного рациона питания камбал ;

11. Оптимизация эффективности кормления и разработка кормового состава;

12. Использование зарубежного опыта, международное сотрудничество в области воспроизводства популяций видов, численность которых сокращается, что весьма актуально, учитывая трансграничный характер вод Балтийского моря;

13. Проведение научных исследований на уровне международного сотрудничества и международных соглашений ;

14. Формирование маточных стад для: 1) снижения потерь производителей при транспортировке и в процессе акклиматизации; 2) снижения объемов изъятия из естественной среды производителей для сохранения генетической гетерогенности естественных популяций ;

15. Создание искусственного корма, адаптированного к данному виду ;

16. Направленное формирование химического состава живых кормов с использованием готовых концентрированных смесей при условии гарантии отсутствия микробного заражения ;

17. Проведение на участке по искусственному воспроизводству своевременной профилактики, соблюдение санитарных и гигиенических норм, в отдельных случаях – использование современных методов экспресс - диагностики и лечения болезней ;

18. При необходимости применение современных биологических препаратов (пробиотики, иммуномодуляторы и т. п.) для повышения иммунной системы, выживаемости и физиологической полноценности молоди.

Подводя итог, можно заключить основные особенности искусственного воспроизводства камбалы-тюрбо в таблице 8.

Таблица 8 – Технический лист для воспроизводства камбалы - тюрбо *Scophthalmus maximus*

Половые продукты	
Характеристики икры	Диаметр 0,98-1,20 мм, пелагические
Характеристики молок и спермы	Объем молок: $\approx 1,6$ мл. Концентрация сперматозоидов: 38×10^9 экз/мл). Сперма подвижная при анализе. Эффективно оплодотворение замороженной спермой.
Плодовитость (кол-во икринок / кг, самка)	300 000-500 000
Время инкубации	2450 градусо-часов при 10°C до 1800 градусо-часов при 20°C , что эквивалентно 6-7 дням при 13°C .
Оптимальная температура $^\circ \text{C}$	$\approx 13^\circ \text{C}$
Успешность оплодотворения	50-100%, зависит от качества яйцеклеток и сперматозоидов
Общий выход инкубации	30-80%
Стадии личинок/молоди	
Размер личинок при выводе	≈ 3 мм, 0,1- 0,2 мг
Оптимальная температура $^\circ \text{C}$	$18-19^\circ \text{C}$ в первые 60 дней, $16-21^\circ \text{C}$ в полуинтенсивной системе.
Единицы разведения	Стекловолоконные бассейны $2 \times 2 \times 0,5$ м 1 или круглые бассейны большего размера
Время до первого кормления	Стандартизированное промышленное производство - коловратки от 2-12 dph, артемия от 8-28 dph, комбикорм от 28-35 dph
Выживание от вылупления до перехода на экзогенное питание	20-80%, сильно изменчиво, коммерческий производитель работает с оценками 20 -30%
Товарное выращивание	
Товарная масса	От 0,7 кг в Китае, > 1 кг в Европе
Время достижения товарной массы	1-2 года с момента вылупления
Единицы разведения	Мелкие, большие емкости из бетона или стекловолокна
Плотность выращивания	100-300% покрытие дна бассейна, то есть $25-40 \text{ кг м}^2$ (50-300 г рыбы); $25-40 \text{ кг м}^2$ (750 г рыбы); $< 70 \text{ кг м}^2$ (0,8-3 кг рыбы)
Восприимчивость к болезням	Умеренная / низкая
Оптимальная температура $^\circ \text{C}$	$22-22^\circ \text{C}$ (0-50 г); 19°C (50-100 г), $16-17^\circ \text{C}$ (> 100 г)

Диета	Плавающая диета, 49-52% белков, 12% жира
Искусственное воспроизводство	
Период	Рост яичников начинается в феврале -мае. Нерест начинается в мае-августе. Время контролируется фотопериодом
Способ оплодотворения	Внешнее оплодотворение
Протокол оплодотворения	Оплодотворенную икру промывают в течение 5-10 минут перед переносом в морскую воду
Время достижения половой зрелости	В культуре 2-4 года условия (более низкий возраст в первом созревании у самцов) в дикой природе 4–6 лет
Оптимальная температура ° С	Рост: 15–15 ° С; нерест: 12-13°C
Контроль размножения	Время нереста можно сместить с помощью фотопериода, температурных и гормональных манипуляций
Коммерциализация	
Характеристики продукта	Жирное и вкусное филе; с длительным сроком хранения и плотной текстурой, без паразитов или внутренних костей, влажность 74,5 -79,0%, жирность 0,7-30%, белки 17,4-19,2%, зола 1,2-3,6%
Цена / кг цельной рыбы, потрошенная	Европа 8-14 € (в зависимости от размера, максимальная для рыбы > 3 кг)

3.2 Этапы реализации программы по искусственному воспроизводству камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*.

На региональном уровне:

- Повышение рейтинга привлекательности для инвесторов.

На федеральном уровне:

- Реализация государственной программы Российской Федерации в области «Развития рыбохозяйственного комплекса» [17].

На международном уровне:

- Установка надежного взаимовыгодного международного сотрудничества, содействие процессам обязательной синхронизации усилий, законодательства и прочая со всеми Балтийскими странами.

Региональный и федеральный уровни. Возможно продвижение проектов аквакультуры по воспроизводству камбалы-тюрбо в регионе при инициативе инвесторов и содействия Корпорации развития. При должной инициативе со стороны инвестора Корпорация развития способствует в получении паспорта «приоритетного» проекта, помогает пройти в местном правительстве процедуру утверждения проекта, а после получения данного статуса в ускоренном порядке получить землю, доступ к техусловиям на подключение к электричеству, воде, газу, получить субсидии, льготные кредиты и прочее.

Следует отметить, что на момент 2018 года Калининградская область входит в топ-15 Национального рейтинга и инвестиционной привлекательности[12].

Согласно данным Корпорации развития Калининградской области рыбохозяйственный комплекс занимает одно из самых важных мест в рыбохозяйственном комплексе страны и является одной из ведущих промышленных отраслей региона. В частности, обладает значительным флотом и хорошо развитой производственной инфраструктурой:

географическое положение Калининградской области и наличие незамерзающего порта делает рыбохозяйственный комплекс Калининградской области одним из ведущих в Российской Федерации.

Также правительством Калининградской области утверждена региональная программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса», основной целью которой является привлечение в отрасль инвестиций [27]. Основные задачи вышеуказанной программы могут осуществляться для развития аквакультуры камбалы -тюрбо в регионе, например:

1. Модернизация и вовлечение новых технологий в производство;
2. Создание и модернизация объектов береговой инфраструктуры;
3. Развитие аквакультуры;
4. Расширение производства и увеличение выпуска рыбной продукции.

Ряд задач, установленных государственной программой Российской Федерации в области «Развития рыбохозяйственного комплекса», может быть также направлен на развитие аквакультуры камбалы -тюрбо:

1. Восстановление и сохранение ресурсно -сырьевой базы рыболовства, в том числе путем искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов и стимулирования развития аквакультуры;
2. Расширение проведения научных исследований и разработок, в том числе экосистемных, развитие научно -технического потенциала рыбохозяйственного комплекса;
3. Обеспечение конкурентоспособности российской рыбной продукции на внутреннем и внешнем рынках;
4. Формирование условий для обеспечения законного и безопасного промысла водных биологических ресурсов;
5. Стимулирование модернизации основных производственных фондов в рыбохозяйственном комплексе;
6. Создание условий для повышения эффективности добычи (вылова) водных биологических ресурсов, в том числе для обеспечения

интересов Российской Федерации в области рыболовства на международном уровне;

7. Совершенствование управления реализацией Программы;

8. Инфраструктурное обеспечение инновационного развития рыбохозяйственного комплекса.

Использование данных задач как основополагающих в области аквакультуры камбалы-тюрбо позволит приблизить момент окупаемости предприятий по искусственному воспроизводству и товарному выращиванию камбалы-тюрбо, тем самым стимулируя популярность данного направления на ранее рассмотренном региональном уровне.

В соответствии с Федеральной целевой программой «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса» направление работы в области развития искусственного воспроизводства камбалы-тюрбо определяется следующими поставленными задачами и индикаторами:

- увеличение ресурсной базы рыболовства путем искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов и повышения эффективности проведения комплексных рыбохозяйственных исследований состояния запасов водных биологических ресурсов в районах промысла, включая исключительные экономические зоны иностранных государств и открытые районы Мирового океана;

- прирост выпуска молоди ценных промысловых видов рыб;

- обеспечение контроля за акваторией внутренних вод Российской Федерации в целях пресечения нарушений законодательства Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов.

Международный уровень. Естественный ареал обитания камбалы-тюрбо включает в себя 22-32 подрайоны ИКЕС Балтийского моря; описанный в данной работе эксперимент проводился в акватории 26 подрайона ИКЕС (вдоль побережья Куршского залива) Балтийского моря,

вследствие чего будет уместным обратить внимание на трансграничность ареала обитания вида, международные аспекты регулирования и ведения его промысла.

Балтийское море входит в список наиболее важных в рыбопромышленном / рыбопромысловом отношении водных объектов. На данный момент Россия поддерживает международные связи в том числе в границах таких организаций, как ХЕЛКОМ и ИКЕС.

Деятельность ХЕЛКОМ (Хельсинская комиссия, BalticMarineEnvironmentProtectionCommission – HelsinkiCommission) способствует охране и защите гидробионтов Балтийского моря от действия загрязнителей и иных раздражающих факторов (включает в себя ряд стран, а именно: Германия, Дания, ЕС, Латвия, Литва, Польша, РФ, Финляндия, Швеция, Эстония) [28].

Хельсинская комиссия, как организация, несет в себе следующие функции:

- Обеспечение экологической политики в пределах акватории Балтийского моря;
- Исследования Балтийского моря, предоставление оперативной информации о состоянии и тенденциях состояния морской среды;
- Оценка эффективности мер по защите водных биоресурсов;
- Органа для разработки рекомендаций, а также дополнительных рекомендаций к мерам, предпринимаемым другими международными организациями;
- Органа надзора, предназначенного для обеспечения выполнения экологических стандартов всеми странами Балтийского моря и странами его водосборного бассейна;
- Координационного органа, организующего многосторонние ответные действия в случае возникновения крупных морских инцидентов.

Деятельность ИКЕС (Международный совет по исследованию моря, InternationalCounsilfortheExplorationoftheSea) способствует рациональному

ведению промысла гидробионтов Балтийского моря прибрежными странами: Литва, Латвия, Эстония, Польша, Бельгия, Дания, Финляндия, Нидерланды, Швеция, Великобритания, Германия, Россия) [41, 42].

ИКЕС, как организация, несет в себе функции исследования и рассмотрения вопросов:

- Оценка и сохранение запасов промысловых рыб;
- Социальных и экономических последствий деятельности аквакультуры;
- Оценка рисков заболеваний и разработка действий, которые могут быть предприняты для их устранения;
- Воздействие аквакультуры на окружающую среду;
- Оценка пропускной способности и относительной эффективности альтернативных систем аквакультуры;
- Исследование генетики культивируемых видов;
- Проектирование будущего развития аквакультуры;
- Оценка последствий аквакультуры для продовольственной системы и продовольственной безопасности.

Одной из функций работы ИКЕС является разработка комплексной оценки экосистем (оценка состояния экосистемы на основе физических, химических, экологических и антропогенных процессов, в ней протекающих). Собранные данные позволяют обеспечить создание рекомендаций с учетом компромиссов между различными социальными, экономическими и политическими вариантами, а также рекомендаций по вопросам устойчивого подхода к управлению водными биоресурсами Балтийского моря. В структуре организации собрана Руководящая группа по устойчивому развитию аквакультуры (WGAQUA; Working Group on Application of Genetics in Fisheries and Mariculture and Aquaculture), консультирующая государства по вопросам устойчивого развития аквакультуры. [40]

Несмотря на то, что деятельность ИКЕС в Балтийском море сконцентрирована на основных промысловых видах рыб, таких, как: треска, сельдь, шрот и лосось, представляется возможным международное сотрудничество и в области искусственного воспроизводства камбалы-тюрьбы, особенно в сложившихся условиях постепенного смещения приоритетов исследований в направлении восстановления численности запасов видов, популяции которых находятся в депрессивном состоянии.

Успешной реализации этой деятельности способствует международное сотрудничество институтов Росрыболовства в области морских исследований, аквакультуры и рыбного хозяйства с Латвийским исследовательским институтом рыбного хозяйства (ЛатИИРХ, г. Рига), Морским институтом рыболовства Польши (МИР, г. Гдыня), Институтом рыболовства в Балтийском море (г. Росток, Германия), Исследовательским институтом рыболовства Дании (г. Шарлоттенлунд), Институтом морских исследований Швеции (г. Карлскруна), а также на Межправительственных и двухсторонних консультациях с представителями стран Северной Атлантики и Евросоюза в рамках Организации по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (НАФО), Комиссии по рыболовству в северо-восточной части Атлантического океана (НЕАФК), Смешанной комиссии России и ЕС по рыболовству в Балтийском море и др.

Международная коммуникация направлена на рациональное использование промысловых запасов рыб при помощи долгосрочного планирования схем управления запасами, что при успешной реализации может способствовать стабильности и предсказуемости рыболовства и включает в себя координацию с другими странами[29].

Среди важных целей международного уровня в вопросах искусственного воспроизводства запасов – установка надежного взаимовыгодного сотрудничества, содействие процессам обязательной синхронизации усилий в области законодательства и управления со всеми Балтийскими странами.

Заключение

Методологической основой дипломной работы послужили методы: анализ, наблюдение, аналогия, обобщение, эксперимент, конкретизация.

В результате проделанной работы были решены следующие цели:

1. Обзор текущего состояния запасов камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus* в Балтийском море;
2. Обзор нормативов выращивания посадочного материала ;
3. Применение на практике нормативно -технической документации;
4. Создание предложений по корректировке технологии выращивания камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*.

В результате проделанной работы были решены следующие задачи:

1. Составлен обзор современного состояния и динамики запасов камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus* в Балтийском море;
2. Подтверждена необходимость поддержания численности естественных популяций с помощью искусственного воспроизводства ;
3. Проанализирована организация технологической схемы получения посадочного материала камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus*;
4. Произведен анализ теоретических аспектов биотехнологии выращивания посадочного материала камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus*;
5. В экспериментальных условиях реализована технология получения посадочного материала камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus* с учетом особенностей раннего онтогенеза ;
6. В экспериментальных условиях реализована технология культивирования живых кормов (*Nannochloropsis oculata*, *Dunaliella salina*, *Brachionus plicatilis*);
7. Составлен обзор предложений по совершенствованию нормативно-технической документации для получения посадочного материала камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*;

8. Подготовлен обзор рекомендаций и этапов реализации программ по искусственному воспроизводству камбалы -тюрбо*Scophthalmus maximus*.

Возможное практическое применение ВКР: полученные результаты, предложенные рыбоводно-биологические нормативы выращивания и организационно-правовые рекомендации могут быть применены на рыбоводных предприятиях по искусственному воспроизводству камбалы -тюрбо *Scophthalmus maximus*.

Следует отметить, что,несмотря на представленные результаты,остается актуальной необходимость продолжения проведения экспериментов по отработке биотехнологии получения посадочного материала камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus*. Эти работы должны бытьнаправлены на отработку технологий повышения выживаемости личинок на ранних стадиях развития, выра ботки надежной иммунной системы и усовершенствования методов перевода личинок на искусственные корма.

Список использованной литературы

1. Архипов А.Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности. Труды ВНИРО, Т. 156. 2015 – с. 16-37
2. Боровков А.Б. Зеленая микроводоросль *Dunaliella salina* Teod (обзор). Институт биологии южных морей НАН Украины, ст. в журнале Экология моря, том 67, 2005 г. с. 5-17
3. Бурлаченко И.В., Яхонтова И.В. Рыбоводные технологии в искусственном воспроизводстве: современное состояние, проблемы, решения. Труды ВНИРО, Т. 153. 2015 – с. 137-153
4. Баяндина Ю.С. Характеристики подвижности спермы черноморской камбалы калкана из естественных популяций. Морской экологический журнал, Севастополь. 2013 – с. 11-18
5. Весман А.В. Современные проблемы Балтийского моря. Современные научные исследования и инновации. 2012. № 3 Электронный ресурс: <http://web.snauka.ru/issues/2012/03/10613> (дата обращения: 07.02.2019).
6. Гербер Е.М., Линников Р.А., Чадаев В.А. Обзор российского промысла в Балтийском море в 2000-2016 годах. Калининград: Труды АтлантНИРО. Новая серия. Том 1, №3. 2017 – с. 108-116
7. Гуцин А.В. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Усовершенствование биотехники культивирования балтийского тюрбо на критических стадиях развития личинок для получения жизнеспособной молодежи». Калининград: ФГУП «АтлантНИРО», 1998 – 33 с.
8. Зубин А.А., Жуков В.П., Ульянов А.Г. Предложения по повышению эффективности воспроизводства ценных видов водных биологических ресурсов в водоёмах Калининградской области. Калининград: Рыба и морепродукты. № 3 (51). 2010 – с. 49–53.

9. Иванов С.В. Особенности батиметрического и сезонного распределения речной камбалы в зоне РФ 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря. Калининград: ФГУП «АтлантНИРО». 2016 – 3 с.
10. Карпушевская А.И. Шибаетов С.В. Видовая структура донного ихтиоценоза юго-восточной Балтики по данным учетных траловых съемок. Калининград: Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. Вып. 7. – Калининград: 2014 — с. 77-87
11. Карта распределения солености в Балтийском море, Электронный ресурс: <https://balticseaweed.com/2013/01/24/the-baltic-sea/> (дата обращения 22.05.19)
12. Корпорация развития Калининградской области, официальный сайт Электронный ресурс: <https://www.kgd-rdc.ru/about/> (дата обращения 22.05.19)
13. Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н.. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России. Труды ВНИРО, Т. 153. 2015 – с. 26-41
14. Личинки и молодь камбалы-тюрьбо Электронный ресурс: <http://www.bluelinked.eu/services/aquaculture/marine-fish-fry.html> (дата обращения 22.05.19)
15. Маслова О.Н. Разведение и товарное выращивание черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus*: проблемы и методы. Труды ВНИРО, Т. 156. 2015 – с. 35-45
16. Маташенко О.Ю. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка биотехники искусственного воспроизводства камбалы - тюрьбо, адаптированной к условиям юго-восточной Балтики». Калининград: ФГУП «АтлантНИРО», 2009 – 25 с.
17. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» Список изменяющих

документов (в ред. Постановлений Правительства РФ от 18.12.2014 N 1416, от 03.04.2015 N 319), 476 с.

18. Об утверждении правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: Приказ от 6 ноября 2014 г. N 427, 116 с.

19. Осадчий В.М., Ткачев И.Ю., Киселев В.Н., Федоров В.Е. Состояние национального рыболовства в Балтийском море и перспективы его развития в современных международно-правовых условиях. Калининград: ФГУ «Запбалтрыбвод», 2012 – с. 6-9

20. Пьянов Д.С. Балтийский тюрбо *Scophthalmus maximus* как перспективный объект марикультуры. Труды АтлантНИРО. 2018. Том 2, №2. Калининград: АтлантНИРО. с. 43-53.

21. Сергиева З.М., Бурлаченко И.В., Николаев А.И., Яхонтова И.В. Основные этапы становления искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в России. Труды ВНИРО. Т. 153. 2015 – с. 3-25

22. Степанов А.Ю. Проекты развития аквакультуры в приморских регионах страны: финансовые, правовые и организационные аспекты (на примере Калининградской области). Экономика и управление, Т. №3 (53). Калининград: 2010 – 7 с.

23. Туркулова В.Н. Результаты выращивания двухлеток черноморского калкана (*Psetta maeotica maeotica* Pallas) в условиях бассейнового хозяйства НИБ ФГБНУ «ЮГНИРО». Керчь: Труды ЮГНИРО, Т. 54, 2017 – с. 148-156.

24. Терзиев Ф.С. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т.3. Балтийское море. Вып. 2. Гидрометеорологические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб.: Гидрометеиздат, 1994 – 100 с.

25. Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоёмов России и Литвы. Калининград: Изд-во КГТУ. 2007 – 128 с.

26. Ульянов А. Г., Хайновский К.Б. Восстановление запаса камбалы-тюрбо на Балтике с помощью технологий марикультуры. Калининград:Рыба и морепродукты. № 2 (58). 2012 – с. 60–63.
27. Федеральная целевая программа «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2014 годах». – М., 2010. - 141 с.
28. ХЕЛКОМ, официальный сайт Электронный ресурс: <https://www.csce.gov/> (дата обращения 22.05.19)
29. Хлопников М.М., Архипов А.Г., Карпушевский И.В. Перспективы сотрудничества России и Европейского союза в области рыболовства в Балтийском море. Калининград: КГТУ. 2011 – 3 с.
30. Хлопников М.М., Карпушевский И.В.. Современное состояние запасов водных биоресурсов и российского промысла рыб в Балтийском море. Калининград: АтлантНИРО. 2010 – 3 с.
31. Хайновский К.Б., Смолянская Т.А. Опыт преднерестового содержания и стимулирования созревания половых продуктов у производителей камбалы-тюрбо в 2010-2011 годах. Калининград: АтлантНИРО. 2011 – 4 с.
32. Хлопников М.М., Архипов А.Г. Современные биоресурсные исследования в зонах ответственности АтлантНИРО. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». 2015 – 3 с.
33. Хайновский К.Б., Ульянов А.Г. Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов в Калининградской области: опыт, проблемы, перспективы. Труды ВНИРО. Т. 153. 2015 – с. 57-73
34. Aydin İlhan, Temel Şahin. Reproductive performance of turbot (*Psetta maxima*) in the southeastern Black Sea. Central Fisheries Research Institute Trabzon. Turkey Rize University, Faculty of Fisheries, Rize – Turkey 2009 - 109-113 pp.

35. *Artemia salina*. Premium wildlife and nature stock photos, Kim Teylor Электронный ресурс: <https://www.mindenpictures.com/contributor/browse/24953/kim-taylor> (дата обращения 22.04.19)
36. Bostock, J & Murray, F. Status of the European flatfish market and its R&D background. Korean Government sponsored seminar on grouper, flatfish and abalone market trends, Busan, South Korea. 18 March, 2015 – 46 pp.
37. *Dunaliella salina* Электронный ресурс: <https://algaeresearchsupply.com/products/algae-research-supply-algae-culture-dunaliella-salina> (дата обращения 22.05.19)
38. European Aquaculture Production Report 2007 -2015 / Prepared by the FEAP secretariat – october 2016, 45 pp.
39. ICES. 2018. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), 6–13 April 2018, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. 748 pp.
40. ICES, Working Group on Application of Genetics in Fisheries and Mariculture and Aquaculture Электронный ресурс: <https://www.ices.dk/news-and-events/news-archive/news/Pages/New-working-group-to-concentrate-on-key-ICES-area-of-aquaculture.aspx> (дата обращения 22.05.19)
41. ICES, Official site Электронный ресурс: <https://www.ices.dk/Pages/default.aspx> (дата обращения 22.05.19)
42. ICES, Aquaculture Steering Group Электронный ресурс: <https://www.ices.dk/community/groups/Pages/ASG.aspx> (дата обращения 22.05.19)
43. International Baltic Sea Fishery Commission. Proceedings of the thirtieth session. Gdansk/Gdynia, Poland, 2004, 392 p p.
44. Koller M. Salerno A. Tuffner P. and et c, Characteristics and potential of micro algal cultivation strategies: a review. Elsevier Science Publishing Company, Inc. Germany: Journal of cleaner production, no 37, 2012 - 377-388 pp.
45. Kristensen Louise Dahl, Claus ReedtzSparrevohn, Jens Tang Christensen, Josianne Gatt Støttrup. Cryptic Behaviour of Juvenile *Turbot Psetta*

maxima L. and European Flounder *Platichthys flesus* L. Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources . Open Journal of Marine Science: 2014, 185-193 pp.

46. Manual for the Baltic International Trawl Survey. Ver. 0.71, ICES CM 1999/H:1, Ref.: 1D. URL: www.ices.dk (дата обращения: 28.03.2014)

47. Mills Scott J. Christian D. Jersabek. Robert L. Wallace and etc. Walsh Fifteen species in one: deciphering the *Brachionus plicatilis* species complex (*Rotifera*, *Monogononta*) through DNA taxonomy; Springer International Publishing Switzerland: 2016 - 20 p.

48. Munro P. D., A. Barbour, and T. H. Birkbeck Comparison of the Growth and Survival of Larval Turbot in the Absence of Culturable Bacteria with Those in the Presence of *Vibrio anguillarum*, *Vibrio alginolyticus*, or a Marine *Aeromonas* sp. applied and environmental microbiology Vol. 61, No. 12 .American Society for Microbiology, Division of Infection and Immunity, University of Glasgow, Scotland: Dec. 1995, 4425–4428 pp.

49. *Nannochloropsis oculata* Электронный ресурс:
<https://www.nutraingredients-usa.com/Article/2015/06/11/Texas-storms-disrupt-Qualitas-algal-production-It-s-a-setback-but-we-re-still-in-a-unique-position-says-CEO> (дата обращения 22.05.19)

50. Palanichamy S. and V. Rani. Observations on the long term preservation and culture of the marine microalga, *Nannochloropsis oculata*. Mandapam Regional Centre of Central Marine Fisheries Research Institute, India. J. mar. biol. Ass. India, 46 (1) : Jan. - June, 2004: 98-103 pp.

51. Polat Hamza, Mehmet RüstüÖzen, Serpil Yavuz Keskin. The Embryonic Development of Black Sea Turbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) Eggs in Different Incubation Temperatures and Salinities // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 18, 2018: 475-482 pp.

52. Walne's medium for algal cultures. Recommended for large volumes of aquaculture strains. CCAP (Culture Collection of Algae and Protozoa), Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban, Argyll, UK– 2002: p. 37.