

специалистов ВНИИПРХ и Карельского филиала РАН биохимической вакцины ВЮС-2, для инъекционного способа введения, продемонстрировало принципиальную преодолимость этих трудностей. Лабораторные и производственные испытания показали высокие иммуногенные и протективные свойства препарата, не имеющего аналогов в мире. Продолжением практических разработок в области специфической иммунопрофилактики БГС рыб стало создание на основе того же штамма *Aeromonas sobria* 77-18 бактерина, который представляет собой взвесь убитых бактериальных клеток для групповой вакцинации.

Бактерин до 2006 г. изготавливался в лабораторных условиях. Протективный эффект вакцинации оценивали в биопробе и выражали через индекс защиты, при заражении карпов высоковирулентными штаммами аэромонад, выделенных от рыбы.

Проведенные исследования позволили оценить защитный эффект и иммуногенные свойства бактерина. Использование этого препарата позволяет увеличить способность рыб противостоять бактериальному прессингу из окружающей водной среды и выживать в измененных экологических условиях интенсивно эксплуатируемого рыбоводного пруда. Помимо этого, за счет общей нормализации физиологических процессов, препарат способен повышать устойчивость рыб к стрессирующим факторам, играющим роль пускового механизма в развитии БГС. Испытанная вакцина представляет собой единственный препарат своего класса.

В 2006 г. был сделан значительный шаг при получении бактерина: впервые производственным путем была получена партия бактерина, который по своим свойствам не уступал тому, что был получен в лабораторных условиях.

Защитный эффект бактерина оценивали в специально поставленном эксперименте на двухлетках карпа. Всю рыбу разделили на две группы – опытную и контрольную – в двух повторностях. Опытная группа была провакцинирована инактивированной формолвакциной методом ванн. Через две недели всем рыбам внутримышечно был введен гетерологичный штамм *Aeromonas sobria*, по 0,5 мл двухсуточной бульонной культуры. Через 10 дней был произведен учет полученных результатов.

Клинические признаки в опытной группе отсутствовали у 75,0 % рыб, в контрольной – у 8,3 %; небольшие припухлости отмечены у 12,5 и 33,3 % рыб и наличие язв у 12,5 и 58,4 % соответственно. Защитный индекс бактерина составил 72 %.

В настоящее время планируется проведение исследований по снижению экономических затрат и повышению эффективности препарата.

#### Литература:

1. Владовская С.А. Иммуностимуляторы в кормах для рыб// Анал. и реф. инф. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре/ Всерос. н.-и. и проект.-конструкт. ин-т экон., инф. и АСУ рыб. х-ва. - 2001. - № 4. - С. 23-26.
2. Кузнецова С.М. Комбинированная антибиотикотерапия бактериальных инфекций (обзорная лекция). – М.: ВНИИ антибиотиков, антибиотики 2, 1983. – С. 19-37.
3. Миронов С.Г. Можно ли сократить применение антибиотиков при выращивании рыб//Рыбоводство и рыболовство - 2000. - № 4.- С. 31-32.
4. Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И. и др. Антибиотики и пробиотики в аквакультуре/Вопросы рыбного хозяйства//Сб. науч. тр.- вып.24.- Минск, 2008.- С. 504-506.
5. Юхименко Л.Н., Литов А.В. и др. Характеристика резистентности аэромонад к антибактериальным препаратам при разном уровне их использования в рыбоводных хозяйствах//Рациональное использование пресноводных экосистем - перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК»/ Межд. науч.-практ. конф. Москва, 17-19 дек. 2007.- С. 434-437.
6. MacMillan John R. Aquaculture and antibiotic resistance: A negligible public health risk? - World Aquacult. - 2001. – 32.- №1-C.- 51-68.
7. Muiswinkel W.B., Van Rijkers G.T. Oude Vrielink H. H. E. Antibiotics and the immune response in fish//Fish Biol.: Serodiagn. and Vaccines. Proc. Symp. Lectown, W. Va.- 1981. Basel e. a.- 1981.- P. 285.

**A.V. Klimov** - Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), [vnro@vnro.ru](mailto:vnro@vnro.ru), **L.N. Yukhimenko** - Russian Federal Research Institute of Freshwater Fisheries

#### Towards immunoprophylaxis of bacterial fish diseases

Bacterial hemorrhagic septicemia in fish is a serious problem of fish farming. To prevent the disease it is necessary to use immunostimulants and probiotics increasing fish resistance. In the paper, application results of a formol vaccine prepared for mass bath treatment of fish are being considered.

**Keywords:** Bacterial Hemorrhagic Septicemia in fish, gram-negative bacteria, Aeromonosis, chemotherapy, use of antibiotics, antibioticotherapy, bacterial resistance, immunoprophylaxis of BHS in fish, vaccination, immunostimulants, probiotics, resistance to diseases, acquired immunity, biochemical VUS-2, protective index of Bacterine.

#### АКВАКУЛЬТУРА

## Научное и технологическое обеспечение развития аквакультуры в Калининградской области

Канд. биол. наук, доцент Е.И. Хрусталева, канд. биол. наук, доцент В.В. Жуков, д-р физ.-мат. наук, профессор В.В. Брюханов, канд. биол. наук О.Е. Гончаренко, канд. биол. наук, доцент Т.М. Курапова – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», [chrustaqua@rambler.ru](mailto:chrustaqua@rambler.ru)

Статья представляет основные результаты десяти лет теоретической и практической работы по формированию научной и технологической базы аквакультуры в Калининградской области. Сформулированы перспективные цели этого направления экономической деятельности.

**Ключевые слова:** аквакультура, Калининградская область, установки с замкнутым циклом водообеспечения, полициклические технологии, товарная рыба, приемная емкость Куршского залива.

В настоящее время в странах Евросоюза выращивают около 1600 тыс. т рыбы, в России – около 100 тыс.т., в Калининградской области – около 30 тонн. В пересчете на душу населения приходится 3,2, 0,8 и 0,03 кг/год соответственно. При этом физиологически обоснованная норма потребления человеком продукции из живой рыбы, подтвержденная для ЕЭС и России (Институт питания РАН РФ), составляет 3-5 кг/год. Таким образом, можно говорить о достаточно высоком качестве питания населения Евросоюза и существенном отставании по этому показателю России и особенно Калининградской области.

Устоявшееся десятилетиями мнение о том, что потребность жителей Калининградской области в рыбной продукции удовлет-

воряется за счет добываемой в Мировом океане или прибрежных районах Балтийского моря рыбы вряд ли обосновано, когда речь идет о качестве питания. Прежде всего, большая часть ее поступает в мороженом виде, в том числе после длительного хранения. Что касается охлажденной рыбы, то она часто реализуется с нарушениями не только сроков, но и условий хранения. Поэтому, данную продукцию нельзя признать физиологически полноценным продуктом питания. Соседние с Калининградской областью Литва и Польша, имея равную доступность к рыбным ресурсам Балтийского моря, тем не менее, интенсивно развивают аквакультуру и в настоящее время выращивают соответственно около 40 и 4 тыс. т рыбы в год, что в пересчете на душу населения составляет около 1 кг в год. Кроме

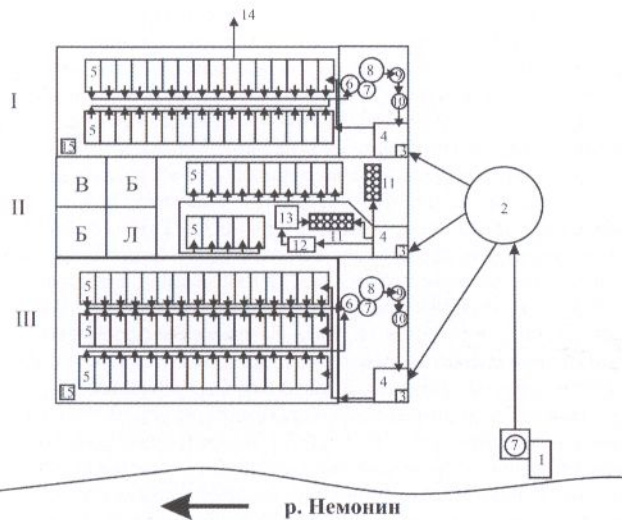


Рисунок 1. Принципиальная схема реконструкции инкубационного цеха на р. Немонин

I, III – пристройка к существующему цеху; II – существующий цех; 1 – водозабор; 2 – приемная емкость; 3 – бактерицидные установки; 4 – распределительные емкости; 5 – бассейны; 6 – механический фильтр; 7 – насос; 8 – биологический фильтр; 9 – блок терморегуляции; 10 – оксигенатор; 11 – стойки аппаратов Вейса; 12 – блок подогрева воды; 13 – распределительная емкость подогремой воды; 14 – слив технологической воды на поле фильтрации; 15 – кондиционер; В – круглосуточная вахта; Б – бытовые помещения; Л – лаборатория.

того, имея открытые границы с другими странами Евросоюза, они активно завозят продукцию из живой рыбы, восполняя имеющийся пока дефицит. Несомненно, что и Калининградская область, решая задачи обеспечения продовольственной безопасности и качественного питания населения, должна наращивать объемы выращивания продукции аквакультуры.

Калининградский государственный технический университет (ранее Калининградский технический институт рыбной промышленности и хозяйства, КТИРПИХ) еще в 60-70-е годы прошлого столетия заложил основы развития товарной аквакультуры, осуществив на практике введение в рыбохозяйственный оборот радужной форели [1]. В начале 80-х годов совместно с АтлантНИРО была апробирована технология товарного выращивания белуги, русского осетра и бестера в садках, установленных в солоноватоводном водоеме. В эти же годы на учебно-опытном рыбноводном хозяйстве КТИРПИХ были сформированы коллекционные стада основных объектов прудового рыбоводства (ропшинский, нивчанский, культурный и беспородный карпы, сибирский осетр, буффало, веслонос).

На стыке 80-90-х годов впервые в России, в рамках участия в совместных с ВНИИПРХ научно-исследовательских работах, была разработана технология двукратного в течение года получе-

ния потомства канального сома в установках с замкнутым циклом водообеспечения [2].

Новые условия и возможности для развития аквакультуры сложились к началу XXI века, когда рентабельность промысла в российской части бассейна Балтийского моря стала очень низкой, прежде всего, в результате резкого сокращения популяций экономикообразующих объектов (угорь, рыбец, щука, сиг, налим). При этом товарная аквакультура на территории Калининградской области так и осталась в зачаточном состоянии. Поэтому на этапе 1999-2006 гг. научной и практической деятельности, как основное направление, нами было выполнено научно-техническое обоснование работ по искусственному воспроизводству наиболее ценных видов рыб (угорь, щука, линь, рыбец, налим). Основные финансовые и материальные затраты на проводимые научно-исследовательские работы (НИР) легли на бюджет КГТУ и Калининградского областного союза рыболовецких колхозов (КОСРК). Одновременно с НИР осуществлялась методическая и практическая помощь единственному в регионе предприятию по искусственному воспроизводству щуки, линя, судака – инкубационному цеху «Рыболовецкого колхоза им. Матросова». Качественно новым этапом, завершающим это направление научно-технической работы, стало участие в международном проекте ТАСИС №2007/138-583 «Стимулирование использования ресурсов рыбного хозяйства в регионе Соседства», осуществлявшимся в 2007-2009 гг. В рамках этого проекта были разработаны механизмы зарыбления трансграничных водоемов России и Литвы молодью ценных видов рыб. В основу разработок были положены новые полицикличные технологии выращивания посадочного материала, а также результаты анализа состояния нерестовых рек бассейна Куршского залива, обеспечивающих основной воспроизводительный потенциал промысловых видов рыб. Были предложены методы и способы преобразования гидрологического режима рек, в том числе потерявших, по причине эвтрофикации, свое значение природных инкубаторов молоди рыб, заходящих на нерест из залива. В ходе НИР, выполнявшихся в рамках проекта, было подготовлено «Технико-экономическое обоснование реконструкции инкубационного цеха «Рыболовецкого колхоза им. Матросова» (рис. 1), позволяющее существенно увеличить мощность производства посадочного материала и придать ему характер круглогодичного производства.

Изучение уникальных гидрогеологических условий польдерных территорий Калининградской области позволило разработать технологические схемы выращивания молоди угря, стерляди, товарных осетровых на базе создания предприятий замкнутого цикла водообеспечения. Проблема снабжения этих предприятий чистой водой должна решаться путем создания искусственных водоемов – накопителей дренажной воды, а также очистки технологической воды в мелiorативной сети польдеров и приемном водоеме [3;4].

Важное место на этом этапе работ заняла разработка метода определения приемной емкости рыбохозяйственных водоемов для вселяемой молоди рыб. Взяв за основу известную формулу [5], мы учли для каждого объекта значение основных направляющих и лимитирующих развитие рыб абиотических факторов, биомассы кор-

Таблица 1. Приемная емкость бассейнов Куршского залива и р. Неман во вселяемой молоди ценных видов рыб

Водоем	Виды рыб, зарыбляемые в водоемы	Приемная емкость во вселяемой молоди, млн. шт.	Ожидаемый промвозврат, т	Цена единицы выпускаемой молоди, руб./шт.	Общая стоимость выпускаемой молоди, млн. руб.	Общая стоимость промвозврата, млн. руб.
Куршский залив (площадь российской части 120 тыс. га)	Угорь (малек 3-5 г)	3,35 <sup>1х, 5х</sup>	270	18,6	62,3	94,5
	Сиг (сеголеток 10-12 г)	0,53	96	3,5	1,9	9,6
	Щука (личинка)	12,0	100	0,32	3,8	7,0
	Налим (малек 5-7 г)	1,1 <sup>2х</sup>	70	1,6	1,8	5,6
	Рыбец (личинка)	65	130	0,15	9,8	13,0
	Линь (сеголеток 2-5 г)	3,7 <sup>3х, 6х</sup>	45	1,02	3,8	4,5
	Стерлядь (сеголеток 10 г)	4,0 <sup>4х</sup>	92	4,0	16,0	23,0
<b>ИТОГО</b>		<b>89,7</b>	<b>803</b>	-	<b>99,4</b>	<b>157,2</b>

Примечания: 1х – требуется завозить с учетом освоения всей приемной емкости Куршского залива 5,2 млн шт. стекловидного угря, Калининградского – 1,9 млн шт.

2х – расчет на производство всего объема на одном предприятии. При производстве объемов до 0,3 млн шт., стоимость 1 шт. – 3 руб.

3х – расчет на производство всего объема на одном предприятии. При производстве объемов до 0,3 млн шт., стоимость 1 шт. – 2,7 руб.

4х – расчет на производство всего объема на одном предприятии. При производстве объемов до 0,1 млн шт., стоимость 1 шт. – 11 руб.

5х – расчет на стоимость 1 кг стекловидного угря – 1000 евро.

6х – с учетом востребованности продукции на европейском рынке – экспортный вариант.



Биофильтр установки для содержания маточного стада судака на ООО «КМП Аква»



Опытно-промышленная установка для формирования ремонтно-маточного стада осетровых на ООО «КМП Аква» (г. Светлый, Калининградская область)

мовых организмов, промысловой рыбопродуктивности рыб за длительный и короткий (5 лет) исторический периоды.

Нами проведены расчеты приемной емкости для рыба, угря, линя, щуки, налима, сига, стерляди. В качестве примера приведен расчет приемной емкости (С) Куршского залива в сеголетках рыба за следующей формуле (1)

$$C = (((T_{max} - T_s) / T_s) * ((S - S_{min}) / S_{min})) / ((1 + B / B_{cp}) * (1 + B_i / B_{icp})) \quad (1)$$

где S – максимальная площадь нерестилищ рыба, 100 %;

S<sub>min</sub> – современная площадь нерестилищ, 50 %;

T<sub>max</sub> – максимальная температура воды в заливе, °C (21,2);

T<sub>s</sub> – средняя температура воды в заливе на момент ската, °C (17);

B – средняя многолетняя биомасса кормовых организмов, кг/м<sup>2</sup> (0,054);

B<sub>cp</sub> – среднегодовая биомасса кормовых организмов, составляющих основу рациона старших возрастных групп до их ската в море, кг/м<sup>2</sup> (0,0128);

B<sub>i</sub> – промысловая продуктивность рыба, котируемая по ОДУ, кг/га (0,025);

B<sub>icp</sub> – промысловая продуктивность рыба за период 1960-1980 гг, кг/га (0,2525)

$$C = (((100 - 50) / 50) * ((21.2 - 17.0) / 17.0)) / ((1 + 0.0212 / 0.0164) * (1 + 0.025 / 0.2525)) = 0,096$$

Через величину приемной емкости можно найти плотность посадки молоди рыба в Куршском заливе:

$$P = 10,86 \times C^{0,73} = 10,86 \times 0,096^{0,73} = 54 \text{ шт./га.}$$

При площади российской части Куршского залива 120000га общая потребность в молоди рыба составит 6500 тыс. штук.

В обобщенном виде эти данные представлены в табл. 1.

Таким образом, на указанном этапе работ нам удалось создать научно-методическую базу для проведения масштабных работ по восстановлению промысловых запасов ценных видов рыба.

В настоящее время, созданный в рамках проекта ТАСИС, Международный центр аквакультуры ФГОУ ВПО «КГТУ» вошел в международную ассоциацию «Балтийский осетр». В ее состав от России вошли также ВНИРО, ЦУРЭН, ВНИИПРХ. В задачи ассоциации входит не только решение проблемы реституции балтийского осетра, но и, с позиции научных и технических достижений, активное продвижение осетровых на территориях России и стран ЕЭС, как объектов пастбищного и товарного выращивания.

На втором этапе работ кафедры аквакультуры и Международного центра аквакультуры КГТУ (с 2005 г. по настоящее время) основные усилия были направлены на разработку технологий разведения и выращивания новых объектов товарного рыбоводства, а также введение их в рыбохозяйственный оборот на территории области. Исследования проводили на базе опытно-промышленных установок с замкнутым циклом водообеспечения, созданных совместно с ООО «КМП Аква». Объектами этих работ стали стерлядь, русский осетр, тилапия, клариевый сом, судак.

В задачи, которые решали в ходе работ входили:

- оценка ростовой и адаптогенной потенции рыба на различных этапах выращивания;
- оценка максимальной биомассы выращиваемых рыба, приходящейся на систему биологической и механической очистки технологической воды;
- формирование ремонтно-маточных стад;
- оценка качества производителей и потомства;
- разработка оптимальных технологических схем выращивания рыба, ориентированных на режим полицикла;
- разработка технологических карт предприятий аквакультуры.

К настоящему времени по всем объектам, кроме русского осетра (формирование маточного стада продолжается) и тилапии (работу завершили выпуском товарной продукции и оценкой технологического выхода в процессе переработки), поставленные задачи выполнены. Поскольку часть выращенной рыба (стерлядь, клариевый сом) уже в течение двух лет успешно реализуются на местном потребительском рынке, то можно говорить о завершении цикла введения новых для региона объектов в рыбохозяйственный оборот.

Основными методами исследований, которые сопровождали научную составляющую технологий, были микробиологический, ихтиопатологический, иммунологический и морфофизиологический мониторинги. Результаты наблюдений позволили оценить правильность технических и биотехнических решений при создании и эксплуатации УЗВ.

Товарная продукция всех объектов выращивания была апробирована в различных вариантах: филе, горячее и холодное копчение, мороженая тушка, консервы в желе, с добавлением масла, живая и охлажденная рыба. Целесообразность сопровождения технологий выращивания изготовлением и реализацией в торговой сети различных видов готовой продукции объясняется не только стремлением максимально расширить ассортимент выпускаемых продуктов, но увеличить возможности сбыта. В последние десять лет на территории области созданы современные рыбоперерабатывающие предприятия, ориентированные на выпуск филе трески и судака, ресурсная база которых существенно ограничена, и недобор мощностей по переработке вполне реально восполнить поставкой рыба названных видов. Результаты апробации продукции в торговых сетях подтвердили обоснованность такого подхода.

В настоящее время при нашем участии начато строительство предприятия по выращиванию 2-2,5 тыс. т судака, форели, клариевого сома и стерляди (пищевая икра). Выход на планируемую мощность позволит приблизить потребление в области продукции живой рыба к физиологически обоснованной норме. Однако, с учетом вероятного вывоза части продукции за пределы области, задача увеличения объемов выращивания рыба остается актуальной.

Решение вопроса в настоящее время мы ищем на пути участия в международных проектах. Также представляется актуальной задача разработки регионального рыбоводного технологического кадастра, который даст в руки юридических и частных лиц отсутствующий сейчас механизм оптимального выбора типа рыбоводного хозяйства, технологий разведения и выращивания, а также привязки предприятия к условиям местности. Одновременно планиру-



Младшая ремонтная группа стерляди, выращенной на ООО «КМП Аква»

ется создание учебно-методической базы практической аквакультуры, а также системы обучения специалистов малых и средних предприятий. В периоды 1992-94 гг. и 1998-2000 гг., следовавшие за экономическими потрясениями 1991 и 1998 гг., у многих людей в регионе проявился интерес к выращиванию рыбы. Однако этот интерес не подкрепился со стороны научных организаций, органов законодательной и исполнительной власти конкретными предложениями, соответствующими уровню технологического кадастра. Как результат – инвестиционный потенциал в области аквакультуры оказался нереализованным.

В рамках проекта ТАСИС была подготовлена «Концепция развития аквакультуры в Калининградской области на период до 2020 года», в которой обоснованы целесообразность и возможность доведения объемов выращивания товарной рыбы до 3-5 тыс. т в год, что позволит решить одну из задач в сфере формирования качественного питания населения. Именно на это направлены наши настоящие и перспективные технологические разработки. Уверенность в достижении поставленной цели дает тесное сотрудничество с производителями и потенциальными инвесторами.

#### Литература:

1. Хрусталева Е.И. Рыбоводно-биологические особенности выращивания радужной форели в солоноватых водах. Автореф. дисс.... канд. биол. наук: 03.00.10 – Ихтиология / КГТУ; Е.И. Хрусталева.- Калининград, 1986. – 24 с.
2. Первый этап формирования ремонтно-маточного стада канального сома в установках с замкнутым циклом водообеспечения /Е.И. Хрусталева, В.А. Шутов, М.Л. Доманевский, С.В. Нифонтов, М.М. Шпачук, К.Б. Хайновский // Всеосоюз. совещание по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на теплых водах. – М., 1989. - С. 101-102.; Технология выращивания канального сома в установках с замкнутым циклом водоиспользования / В.И. Филатов, Е. Гепецкий, А.Ю. Киселев, Е.И. Хрусталева.- М.:ВНИИПРХ, 1991.- 22с.

3. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, В.В. Жуков, Л.В. Савина, К.Б. Хайновский, О.Е. Гончаренко, А.Б. Дельмухаметов, В.Е. Хрисанфов, Э.В. Бубунец, В. Вайтекунас, А. Домаркас, Л. Керосерюс.- Калининград: изд-во "ИП Мишуткина И.В.", 2009.- 198 с.: ил., фот., карты-схемы.- ISBN 978-5-98787-034-1;

4. Хрусталева Е.И. Рыбоводный комплекс на полевых землях / Е.И. Хрусталева, В.В. Жуков, М.С. Величко // Рыбное хозяйство, 2009, № 2.- С. 70-72

5. Лейс О.А. Приемная емкость экосистем для понто-каспийских ракообразных и расчет плотности их посадки/ О.А. Лейс, И.Н. Задоев // Рыбное. хозяйство – 1973. - № 6. – С. 27-29

**E.I. Khrustalev**, Candidate of Biological Science, Docent, Dep. of Aquaculture, Head of International Centre of Aquaculture; **V.V. Zhukov**, Candidate of Biological Science, Docent, Dep. of Soil Science and Agroecology; **V.V. Brjukhanov**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Vice-Rector for Science; **O.E. Goncharenok**, Candidate of Biological Science, Senior Engineer, Dep. of Aquaculture; **T.M. Kurapova**, Candidate of Biological Science, Docent, Dep. of Aquaculture – Kaliningrad State Technical University

#### Scientific and technological support for the development of aquaculture in the kaliningrad region

The article presents the main results of ten years of theoretical and practical work on the formation of scientific and technological base of aquaculture in the Kaliningrad region. Long-term objectives for the development of this direction of economic activity are formulated.

**Keywords:** aquaculture, Kaliningrad region, recirculating water system, polycyclic technology, marketable fish, feeding capacity of Curonian Lagoon.