

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт биотехнологии
Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»
Направление подготовки 35.03.08
Водные биоресурсы и аквакультура
Профиль подготовки Управление водными
биоресурсам и рыбоохрана

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Особенности искусственного воспроизводства нильской тилляпии
(*Oreochromis niloticus*) в условиях УЗВ ООО НПО «Альгобиотехнология»
(Воронежская область)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой _____

_____ 20__ г

Выполнила Ковраева Евгения Ризвановна

Руководитель канд. биол. наук, доцент Нечаева Т. А.

Санкт-Петербург 2017

Оглавление

Введение	3
1 Обзор литературы	4
1.1 Биологическая характеристика нильской тилапии.....	4
1.2 Особенности инкубация икры и выдерживание личинок в искусственных условиях выращивания.....	13
1.3 Установки замкнутого водообеспечения.....	15
2 Собственные исследования	20
2.1 Материалы и методы.....	20
2.2 Характеристика предприятия	22
2.3 Результаты исследований и обсуждение.....	30
Выводы и предложения	41
Список использованной литературы	43

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время две трети мировой продукции аквакультуры занимают карповые рыбы (толстолобики, амур, карп и катла). Оставшуюся треть делят между собой тилапия, карась, семга и пангассиус (Klinghart, 2011). На рыбоводных предприятиях в массовом количестве выращивают нильскую тилапию (*Oreochromis niloticus*) голубую тилапию (*O. aureus*) и мозамбикскую тилапию (*O. mossambicus*). Положение тилапии в мировой рыбной промышленности характеризует ряд показателей. Так, в 2007 году лидерами по производству нильской тилапии были следующие страны: Китай – 1 133 611 тонн; Египет – 265 862 тонн; Индонезия – 206 904 тонн; Таиланд – 190 075 тонн; Филиппины – 180 064 тонн; Гондурас – 32 049 тонн; Эквадор – 28 356 тонн; Лаос – 19 590 тонн; Коста-Рика – 17 687 тонн; Уганда – 16 763 тонн.

В суммарном выражении это составило 2 090 961 т. Согласно данным ФАО, в 2012 году продукция тилапии достигла уже 3,5 млн. т. В дальнейшем этот показатель вырос еще более: Египет увеличил производство тилапии с 557049 т в 2010г., до 620000 т в 2012 г. Китай, устойчиво занимающий первую позицию, нарастил количество выращиваемой тилапии с 1332187 т в 2010 г, до 1350000 т в 2012 г. Индонезия к этому времени достигла отметки в 500000 т. Аналогичная тенденция увеличения продукции наблюдалась и в других странах. Это привело к тому, что мировое производство этих рыб в 2012 г превысило 3,7 млн. т [24]. Естественно, что все возрастающее производство тилапии было вызвано бурно растущим спросом. В связи с чем, постоянно растет, в частности, китайский импорт этой рыбы: с 215,2 тыс. т в 2007 г, до 259 тыс. т в 2009 г. Настоящий бум потребления тилапии наблюдается в США, где с 2000 по 2004 г завоз вырос с 40500 до 112900 т. Примерно 20000 т из этого количества доставляется туда в свежем виде (филе) воздушным путем, главным образом из Эквадора. «Заморозка» поступает из Китая и с Тайваня [20]. За первые 4 месяца 2015 г в США было

завезено 80489 т тилапии, на 16,9 %, больше, чем за аналогичный период предыдущего года. При этом импортеры потратили денежных средств на закупку товара на 8% меньше. Сейчас оптовая цена одной нильской тилапии навеской 500-800 г составляет около 1,2 доллара [32].

По мере нарастания численности прибывающих эмигрантов, и в Европе растет спрос на тилапию, особенно в Великобритании, Франции, Бельгии и Голландии, в меньшей степени в Германии, Австрии, Италии. Интересно, что в северных европейских странах потребители предпочитают филе, а в южных - тилапию покупают больше тушками. Считается, что основная масса этой рыбы продается в больших городах, особенно в столицах - Лондоне, Париже и Амстердаме [24]. По-видимому, ориентируясь на европейцев, больше доверяющим своим производителям, возникли местные хозяйства, выращивающие тилапию. Еще в конце 70-х гг. в Бельгии на АЭС в г. Динан, тилапию начали выращивать на теплой воде. Позднее в Англии, Голландии, Франции и ряде других стран возникли тепловодные хозяйства, использующие УЗВ, которые суммарно вырастили в 1996 г 329 т тилапии [24].

Для сравнения, производство тилапии в СССР в 1989 г составило 100 т, в том числе в рыботороварном цехе Новолипецкого металлургического комбината (НМЛК) - 40 т [10].

В Новом Свете - в Мексике существует крупное хозяйство, производящее тилапию в садках – Regal-Springs - в количестве 100000 т/год. Помимо американского рынка продукция хозяйства поставляется и в Европу [34].

Согласно последним данным, мировая продукция тилапии в 2016 г достигла 5,5 млн. т. (в 2015 г было 5,3 млн. т). К 2017 г тилапии будет получено на 4,5% больше и ее производство, по мнению экспертов достигнет 5,8 млн т/год. В 2016 г ведущими производителям тилапии были следующие страны: Китай – 1,7 млн. т/год Индонезия -1 млн. т/год Египет - 665,3 тыс. т/год [24].

В связи с тем, что различные виды тилапии являются широко распространенными объектами мировой аквакультуры, проводятся исследования по изучению их репродуктивного потенциала. Данные работы направлены на разработку технологии устойчивого воспроизводства и получения посадочного материала тилапии, необходимого для полициклического товарного выращивания. Особенно это актуально для стран с умеренным климатом, где этих высокопродуктивных рыб содержат в термостатированных помещениях, как правило, в установках с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ). Такой способ выращивания имеет свои преимущества: независимость от неблагоприятных факторов окружающей среды, возможность выращивания рыбы рядом с потребителем. Однако есть и существенные недостатки: дороговизна процесса выращивания, что требует неукоснительного выполнения требований биотехники, разработанных рыбохозяйственной наукой, а также высококвалифицированного персонала.

Наша работа была выполнена в рамках этой тематики. Наблюдения и исследования проводились как в производственных, так и лабораторных условиях.

Цель исследований заключалась в оценке продуктивности маточного стада нильской тилапии в производственных условиях. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить биологию нильской тилапии;
- Изучить репродуктивные показатели самок нильской тилапии;
- Провести сравнительную оценку выхода личинок от самок нильской тилапии разного возраста и массы тела;
- Определить выход личинок от рыб маточного стада в производственных условиях хозяйства-репродуктора.

1 Обзор литературы

1.1 Биологическая характеристика нильской тиляпии

Систематика

Семейство: *Cichlidae* (Цихлиды)

Триба: *Tilapiini* (Тиляпии)

Род: *Oreochromis* (Ореохромисы)

Вид: *Oreochromis niloticus* (Тиляпия нильская) (рис. 1)



Рисунок 1 - Тиляпия нильская (*Oreochromis niloticus* L.)

В последние три десятилетия тропические рыбы - тиляпии, привлекают все большее внимание как ученых-исследователей, так и рыбоводов-практиков. Этот интерес определяется с одной стороны важным хозяйственным значением этих рыб, а с другой стороны тем, что благодаря своим уникальным биологическим особенностям тиляпии являются прекрасным модельным объектом при изучении физиологии, биохимии, генетики рыб, их воспроизводства и выращивания. Изучение тиляпии представляет значительный интерес еще и потому, что, являясь типичным представителем тропических экосистем, они могут служить индикаторами их состояния и важнейшим объектом экологического мониторинга.

Нильская тиляпия (лат. *Oreochromis niloticus*) - рыба семейства цихловых (*Cichlidae*). Для тиляпий этого вида характерно довольно высокое, сжатое с боков тело, один большой (до 34 лучей) спинной плавник. Голова относительно короткая, но широкая, что связано с особенностями их воспроизводства - инкубацией икры и выдерживанием личинок в ротовой полости. Рот крупный, сильно развитый. На челюстях имеется несколько рядов коротких зубов. Жаберные тычинки редуцированы до небольших бугорков. Боковая линия прервана и состоит из двух частей: хвостовой нижней и спинной верхней. Плавники хорошо развиты. Спинной плавник имеет большое количество жестких, острых лучей, в анальном плавнике несколько утолщенных колючек. Хвостовой плавник симметричный и веерообразный. Чешуя крупная, плотно сидящая, циклоидного типа. Количество позвонков 25-33.

Кишечник у тиляпии в 3-8 раз длиннее тела, сечение почти одинаковое по всей его длине. Желудок - однокамерный, без пилорических придатков, железы имеются на дне желудка. В пилорическом отделе желудка мышцы толще. Переваривание всех химических компонентов пищи завершается при прохождении $2/3$ длины кишечника.

Плавательный пузырь очень тонкий, замкнутый. Внутриполостной жир располагается вокруг печени и гонад и вдоль кишечника. Мускулатура тиляпий сильно развита, особенно плавников, что позволяет обитать ей в водоемах с довольно сильным течением. Половой диморфизм у тиляпий рода *Oreochromis* выражен довольно сильно. Самцы крупнее самок, имеют более крупные челюсти и массивную голову, плавники у них больше, спинной и анальный заостренные и удлинненные. Самцы ярче окрашены и более агрессивные. Пол можно определить по половому сосочку. У самцов на конце сосочка имеется мочеполовое отверстие, сам сосочек удлиненной конической формы. У самок половое отверстие расположено отдельно от мочевого и находится на передней стороне сосочка ближе к вершине, при этом сосочек цилиндрической формы, короткий. Среди тиляпий

наблюдаются случаи гермафродизма, характеризующиеся присутствием в семенниках зрелых ооцитов.

Тилапия становится половозрелой в возрасте нескольких месяцев. В естественных условиях обитания - в субтропиках, интервал в размножении составляет около двух месяцев, а у экватора его вообще нет [13].

Тилапии легко размножаются в прудах, бассейнах, садках и аквариумах. При размножении в аквариумах или лотках к самцу подсаживают 5 - 7 самок. Самец сам выбирает самку, готовую к нересту, а остальных отгоняет. Нерест длится не более четверти часа. В ходе нереста тилапии рода *Oreochromis* полигамны. Диаметр икры у нильской тилапии колеблется от 2,8 до 4,3 мм. Размеры икры увеличиваются с возрастом и массой самки. У тилапии рода *Oreochromis* инкубация икры проходит в ротовой полости самки. После оплодотворения икры самцом, самка забирает икру в рот и дальнейшая инкубация происходит у нее в ротовой полости. Благодаря «жующим» движениям, икра перемешивается и хорошо снабжается кислородом. Инкубация продолжается от 3 до 10 суток, в зависимости от температуры. При 27 - 28 °С она длится 4 - 5 дней.

После выклева личинки ещё в течение 4 - 8 суток находятся в ротовой полости у матери, после чего переходят на активное питание. Все время вынашивания икры и личинок в ротовой полости, дышащее около двух недель, самка не питается. Как только личинки покидают самку, у нее начинает созревать икра для следующего нереста [12].

В связи с такой особенностью тилапии самцов и самок следует выращивать отдельно, однако более эффективны способы получения одних самцов. Этого можно добиться генетически, скрещивая особей, относящихся к разным видам. Так, при скрещивании самок нильской тилапии с самцами мозамбикской или голубой, в потомстве можно получать 80 - 90% самцов. Другим способом является скармливание молоди в течение примерно трех недель корма, содержащего мужские половые гормоны тестостерон или метилтестостерон. При промышленном выращивании тилапии в садках и

бассейнах молодь до 1 г содержат при плотности 10 - 20 тыс. экз./м³; от 1 до 10 г - при плотности 2 тыс. экз./м³. Продолжительность выращивания до массы 10 г составляет 1 - 1,5 месяца. Товарной считают тилапии массой 250 г и выше. При благоприятных условиях они достигают её примерно за 6 месяцев [3]

Тилапии очень неприхотливы, устойчивы к недостатку кислорода, выдерживают рН до 4,5. При температуре 10 - 12 °С тилапии погибают, поэтому зимой производителей и ремонтное поголовье нужно содержать в бассейнах с подогревом воды. Групповой эффект увеличивает потребление кислорода в 1,2 - 1,8 раза. У половозрелых рыб потребление кислорода ниже, чем у неполовозрелых. Для тилапии характерна высокая пластичность в отношении роста. Скорость роста и конечные размеры рыб одного вида сильно колеблются в зависимости от условий выращивания. [17]

Известно, что тилапии - всеядные рыбы. Молодь нильской тилапии длиной от 40 до 80 мм способна эффективно отфильтровывать и переваривать сине-зеленые водоросли. С возрастом, по мере роста рыб, спектр их питания расширяется [1, 2].

Важную роль в питании тилапий в естественных условиях играет детрит. Способность тилапий эффективно использовать аминокислоты детрита обеспечивает высокий выход продукции. В питании половозрелых особей на долю детрита приходится от 49,9 до 87,7% содержимого кишечника.

Выращивание рыбы в УЗВ при отсутствии естественной пищи, высоких плотностях посадки предъявляет особые требования к качеству комбикормов, а также системе их применения в целом. Успешная эксплуатация замкнутых систем при выращивании разных видов рыб возможна только при использовании высококачественных кормов, содержащих все необходимые питательные вещества в определенных пропорциях, полностью соответствующих потребностям рыбы. Помимо полноценности состава, комбикорма должны иметь хорошую усвояемость,

обеспечивать минимальное поступление в систему загрязнений в виде остатков кормов и экскрементов [5].

Как показали исследования, проведенные на тилапии, потребность рыб в отдельных питательных веществах меняется по мере роста. В ходе выращивания снижается потребность в протеине. Лучший рост мальков был получен на кормах, содержащих 40% протеина, а товарной рыбы - 30 - 35% протеина.

Выращивание тилапии на комбикормах с уровнем протеина от 20 до 45% выявило преимущество комбикорма, содержащего 35% протеина. Дальнейшее его повышение не только сказывалось отрицательно на эффективности использования корма, но и снижало темп роста [1].

Результаты выращивания в значительной степени зависят от режима и нормы кормления. Тилапии имеют небольшой рудиментарный желудок, поэтому их следует кормить многократно в течение суток. В рыбоводной практике используют два способа внесения кормов в рыбоводные емкости. Широко используется нормированное кормление, при котором рассчитывают норму кормления и режим внесения корма. Корм при этом задается вручную или при помощи автоматических кормораздатчиков, выдающих корм в нужном количестве и заданном режиме [17].

При втором способе раздачи кормов - кормлении рыбы по потребности, так называемом бионическом методе, применяют различного рода автокормушки, опыт использования которых при выращивании рыбы в прудах и садках подтверждает его высокую эффективность. Так, при выращивании молоди тилапии в садках, корм раздавали вручную и при помощи маятниковых автокормушек. Рыбы, получавшие корм по потребности из автокормушек, в среднем весили на 72% больше, чем в первом случае. Кормовой коэффициент при кормлении из автокормушек составил 1,6, при ручном кормлении - 2,3 [8].

Нильская тилапия имеет широкий географический район распространения: Западная Африка - от Сенегала и Гамбии, до Вольты и

Чада. На востоке африканского континента - Египет, Судан, Эфиопия (30). Впоследствии нильская тилапия была завезена в целый ряд стран.

В Таиланд тилапия этого вида попала в 1965 г из Японии в количестве 50 шт. В свою очередь, в Страну Восходящего Солнца нильская тилапия была интродуцирована из Египта [29]. Подаренные последним принцем Японии Акихито королю Таиланда рыбы были помещены в декоративный пруд около королевского дворца под названием Читралада (*Chitralada*). Через год от них было получено многочисленное потомство, из которого 10000 штук передано Департаменту рыболовства, распространившего эту тилапию (ее стали называть - стадо «читралада») как внутри Таиланда, так и за его пределами [26, 35]. В настоящее время основные страны-производители тилапии КНР, Египет, Таиланд, Филиппины и Индонезия.

Мясо тилапии и изготовленная из него продукция обладает целым рядом полезных свойств. Мускулатура не содержит межмышечных костей, что является превосходным гастрономическим качеством. Тилапия – это прекрасный источник легко усваиваемого белка, в ней содержится определенное (не слишком большое) количество жиров, витаминов и минеральных элементов. Ее мясо богато никотиновой кислотой, витамины В-группы, витаминами К и Е, кальцием, калием, натрием, железом, магнием, фосфором и хлором. Также в тилапии содержится много кислот омега-3 и омега-6, причем последних - в несколько раз больше.

Мясо этой рыбы плотное, нежирное, по содержанию белка приближается к мясу форели, малокалорийно (96ккал\100гр), поэтому его включают в диетические рационы. А благодаря высокому содержанию полезных белков и минеральных элементов его рекомендуют употреблять (в разумных количествах) детям, беременным и пожилым людям. Эта рыба очень полезна для растущих организмов и людей, испытывающих постоянные физические нагрузки.

Употребление в пищу мяса тилапии способствует нормализации работы нервной системы, ее рекомендуют включать в осенне-зимний рацион

для предотвращения депрессии и упадка сил. В организме этой рыбы содержится много витамина Е, который является природным антиоксидантом. Значительное количество витамина К стимулирует выработку красных кровяных телец и нормализует процессы кроветворения. Поэтому продукты из мяса тилапии рекомендуют употреблять при пониженном гемоглобине. Высокое содержание железа и фосфора, благотворно влияющих на работу мозга, способствует стимуляции умственной деятельности [2].

Столь высокая ценность тилапии делает ее перспективным объектом аквакультуры индустриальных рыбоводных хозяйствах нашей страны. На производство 1 кг продукции в индустриальном рыбоводстве затрачивается не более 0,01 м земли и 0,005 м воды, что на два порядка меньше, чем в прудовом рыбоводстве. Одновременно достигается высокий выход рыбопродукции - 100 кг и более с одного квадратного метра площади садка и бассейна. К тому же эта продукция поступает в течение всего года, тогда как традиционное рыбоводство носит ярко выраженный сезонный характер [8, 12].

1.2 Особенности инкубация икры и выдерживание личинок в искусственных условиях выращивания

При инкубации икры и выдерживании личинок тилапий в искусственных условиях отмечены значительные трудности. Так, исследование процесса инкубации икры мозамбикской тилапии в аппаратах Вейса, снабжавшихся водой рециркуляционной системы (объем 5,7 м³, подпитка 44 %/сутки) показало, что выживаемость икры была очень низкой. Если икру изымали из ротовой полости самки в первый день после нереста, то в 25 проинкубированных кладках показатель вылупления составил всего 11,0±2,00% свободных эмбрионов. Несколько лучшего результата удалось добиться, если икру в инкубатор помещали на третий день после нереста: процент вылупления достигал 61,0±8,10 %. При помещении в инкубатор свободных эмбрионов в день вылупления (5 суток после нереста при 26С⁰), то показатель выживаемости личинок к моменту их становления на плав (5 суток после вылупления) достигал 96,0±0,60%. Помещение свободных эмбрионов на выдерживание на вторые сутки после вылупления не приводилось и более высокой выживаемости.

При этом искусственная инкубация служит интенсификации размножения самок. Чем раньше самкатиляпии начинает полноценно питаться после вынашивания потомства, тем скорее наступает следующее икрометание. На мозамбикской тилапии было показано, что при прерывании инкубации на 1-5 сутки после нереста и при естественно протекающем процессе, продолжающемся в среднем 17 суток, продолжительность интервалов между икрометаниями составляет в среднем 18 и 26 суток, соответственно (достоверно при критерии Стьюдента $P \leq 0,01$) [6].

Попытки инкубации икры нильской тилапии в аппаратах Вейса, снабжавшихся чистой водой подпитки оборотной системы, предпринимавшийся в рыботороварном цехе ПО «Ижорские заводы» положительных результатов также не дали. В то же время выдерживание в инкубаторах свободных эмбрионов до становления на плав, имело положительный эффект [8, 14, 17]. Для успешной инкубации икры тилапий с

оральной формой вынашивания потомства, требуется стерилизация воды, снабжающей аппараты той или иной конструкции.

Детальное исследование особенностей инкубации икры в ротовой полости самок мозамбикской тилапии было проведено в лаборатории экспериментальной ихтиологии БиНИИ ЛГУ [18]. Автором было установлено, что в ротовой полости самок имеется два вида слизистых клеток – бокаловидные и колбовидные.

Особенно важную роль во время инкубации играют последние, количество которых резко возрастает в этот период. Был проведен специальный опыт, в котором в воду для инкубации, взятую из аквариума с производителями, добавили массу, полученную при растирании слизистой ротовой полости периода вынашивания зародышей и личинок. В этом подопытном варианте развитие икры продолжалось на 2 суток больше, чем в контроле. На поверхности всех погибших икринок были обнаружены грибы *p. Saproleguia* и бактерии *p. Pseudomonas*. Как правило, икринки погибали еще до вылупления эмбрионов. Роль секрета слизистой, видимо, заключается в угнетении развития грибов и бактерий. Кроме того, непрерывное вращение в ротовой полости, вероятно, способствует контакту икринок с секретом слизистой, а также лучшей аэрации.

Результаты этих наблюдений легли в основу методики искусственной инкубации. Для подавления микрофлоры использовали раствор поваренной соли различных концентраций (от 2 до 50%). Наилучший результат инкубации был получен при солености 8 промилле при рН 7,2 - до 96% вылупления.

В 1972 году в Израиле был построен репродуктор для воспроизводства молоди тилапий, где вода установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), в которой содержались производители и использовавшаяся для инкубации икры, подвергалась обработке ультрафиолетовыми (УФ) бактерицидными камнями. Для инкубации использовали самодельные аппараты Вейса, сделанные из стеклянных бутылок объемом по 1 л. Инкубационная установка

включала в себя 10 таких сосудов. В каждый инкубатор можно было помещать по 3000 шт. икринок. При температуре воды 27 - 30 С⁰ выклев происходил через 3 суток, но вылупившихся свободных эмбрионов оставляли в инкубаторах до рассасывания у них желточных мешков. Таким образом, личинок отсаживали только на 8-9 сутки после вылупления, фактически после их становления наплав и перехода на внешнее питание [27]. Таким образом, в настоящее время имеется разработанная биотехника воспроизводства тилапии в производственных условиях рыбоводных предприятий [21, 25, 28, 29].

1.2 Установки замкнутого водообеспечения

Выращивание рыбы в системах с замкнутым водообеспечением (УЗВ) является вершиной интенсификации производства, позволяет получать максимальную продукцию с единицы площади или объема рыбоводных емкостей при минимальном потреблении воды. Размещение производственных мощностей в закрытых помещениях позволяет обеспечить эффективное круглогодичное производство вне зависимости от климатических условий района размещения предприятия и наличия значительных водных ресурсов, незначительный объем потребления свежей воды обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду.

УЗВ предназначены для искусственного выращивания различных видов рыбы и ракообразных. Они являются наземными системами, в которых вода после механической и биологической очистки используется повторно для уменьшения выпуска питательных веществ в окружающую среду и потребности в воде и энергии. Они имеют ряд преимуществ, такие как экономия воды, строгий контроль за ее качеством, низкий уровень воздействия на окружающую среду, высокая степень биологической безопасности и больший контроль за производством отходов, чем в других

производственных системах. Главными недостатками являются высокие капитальные и эксплуатационные расходы, необходимость аккуратного управления (и, соответственно, потребность в высококвалифицированной рабочей силе) и опасность возникновения токсикозов.

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) довольно компактны, устанавливаются в отапливаемых помещениях, что делает их независимыми от внешних условий. Современные установки автоматизированы, обслуживаются минимальным количеством специалистов с возможностью установки и изменений заданных параметров воды: кислотности, щелочности.

Типичная схема установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) состоит из следующих элементов:

- рыбоводные емкости (бассейны);
- трубопроводы с запорной и регулирующей арматурой для подачи воды в рыбоводные бассейны и стока загрязненной воды на систему очистки;
- устройства механической очистки оборотной воды;
- устройства аэробной биологической очистки воды; вторичные механические фильтры, устанавливаемые после устройств биологической очистки воды;
- устройства для обеззараживания или снижения уровня бактериальной обсемененности оборотной воды; устройства для аэрации или оксигенации оборотной воды;
- оборудование для регулирования pH;
- система подпитки свежей воды; система терморегуляции (подогрева или охлаждения);
- контрольно-регулирующая аппаратура [8].

Оборудования УЗВ в процессе своей работы производит следующие процессы:

- полную очистку воды от органических загрязнений в процессе выращивания рыбы;
- восстановление химического, в том числе газового режима воды;
- поддержание санитарного состояния воды на уровне, безопасном для объектов культивации уровня. Важнейшим показателем является микробная обсемененность;
- обеспечение необходимого температурного режима для максимальной эффективности производства.

Общая схема установки замкнутого водообеспечения приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Общая схема установки замкнутого водообеспечения

Потребность в свежей воде для таких установок определяется только потерями воды на испарение, с удаляемыми из системы отходами в виде рыбоводного осадка, на протечки в системе оборудования и на прочие, не связанные с качеством воды, цели. Например, на заполнение транспортных емкостей при отгрузке продукции. Обычная потребность таких установок в подпитке воды на пополнение потерь составляет от 2 до 5% общего объема воды в системе за сутки.

Использование УЗВ имеет целый ряд преимуществ:

- возможность выращивать и содержать рыбу абсолютно в любом месте;

- УЗВ позволяет существенно экономить на воде;
- за счёт систем биологических и механических фильтров, УЗВ не загрязняет окружающую среду;
- возможно полное исключение попадания в систему паразитов или инфекционных заболеваний, что позволит выращивать здоровых гидробионтов. В случае заражения, можно произвести лечение рыбы или полную стерилизацию системы.

Для потребления небольшого количества комбикорма и при этом эффективного роста большими темпами, рыбы должны расходовать свою энергию по минимуму. Как правило, именно на дыхание рыба тратит много энергии, поэтому необходимо насытить воду кислородом, что возможно сделать лишь в УЗВ [8].

Настоящий прорыв в европейском производстве тилапий произошел в 2012 г, когда в Польше, неподалеку от Варшавы, компания Global Fish запустила в эксплуатацию товарное хозяйство на 1200 т/год тилапии, оснащенное УЗВ. Проект осуществила известная в области УЗВ-технологий израильская фирма AquaMaof. Товарную тилапию здесь выращивают круглый год из завозимого посадочного материала и реализуют в виде филе и потрошенных тушек в разных весовых расфасовках. По мнению представителей Global Fish, это хозяйство способно насытить рынок не только Польши, но и других стран.

В 2014 г в Германии в земле Нижней Саксонии возникло фермерское хозяйство по выращиванию тилапии в УЗВ. Положительный опыт эксплуатации позволил приступить к более крупному проекту, в рамках которого планируется построить здание длиной 150 м и высотой 12 м, где будет производиться до 300 т/год товарной тилапии [32, 33].

В штате Виргиния находится компания Blue Ridge Aquaculture, производящая в своем цехе 1800 т/год тилапии. Производство оснащено 42 УЗВ. Хозяйство полносистемное. В репродукторе производится 15 млн. личинок в год, которых подращивают до навески посадочного материала в 30

г. Ежедневно хозяйство отгружает 4,5-9,0 т товарной теляпии, которой снабжаются города восточной части США (Нью-Йорк, Бостон, Вашингтон и другие) [31, 33, 36].

2 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы и методы исследования

Работа была проведена в 2016 году на базе ООО НПО «Альгобиотехнология». Объектом исследования была нильская тилапия. Для исследований использовались следующие методы:

1. Методика бонитировки рыб при морфометрическом описании самок тилапии.

2. Эталонный метод учета молоди при подсчете личинок тилапии.

Бонитировка рыб.

Бонитировочный инвентарь включает сачки для вылова рыб, корзины, носилки, площадочные весы, бонитировочную доску с мерным угольником, мерную доску и мерную ленту

Бонитировка дает возможность определить главные морфологические признаки рыб:

- *длина всей рыбы* измеряется от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы;

- *длина туловища* – расстояние от конца рыла до конца чешуйного покрова у основания хвостового плавника у чешуйных рыб;

- *длина рыла* или предглазничный отдел – расстояние от вершины рыла до переднего края глаза;

- *заглазничный отдел головы* или заглазничное пространство – расстояние от заднего края глаза до наиболее удаленной от конца рыла точки жаберной крышки;

- *длина головы* – расстояние сбоку от вершины рыла (при закрытом рте) до заднего наиболее удаленного края жаберной крышки (без жаберной перепонки);

- *наибольшая высота тела* – расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали;

- *наименьшая высота тела* – обычно находится близ основания хвостового плавника, часто на середине хвостового плавника.

Сеголеток взвешивали с помощью электронных весов

Эталонный метод учета молоди.

Подсчет личинок тех видов рыб, который затруднителен из-за малых размеров и высокой степени травматизма, проводится **эталонным методом**. В эмалированный таз из бассейна вручную поштучно отсчитывается определённое количество молоди, количество варьирует в зависимости от возраста (в среднем 400-500 шт.), после чего данный таз при дальнейшем отсчете принимается за эталон. Затем, визуально сравнивая эталонный таз с молодью, заполняются остальные тазы, предварительно наполненные водой. Из бассейнов специальным большим сачком вылавливается молодь и помещается в остальные тазы так, чтобы количество молоди в эталонном тазу как можно более точно соответствовало количеству в остальных тазах. Для заполнения тазов воду следует брать прямо из-под водоподающей трубы, так как она больше обогащена водородом и имеет более низкую температуру, чем в бассейне. Это помогает избежать замора молоди в тазах во время подсчета. Сразу после рассаживания молоди по тазам в соответствии с эталонами молодь аккуратно переливают в пластиковые ведра объёмом 10-12 л и переносят до живорыбной машины. Так, посчитав количество тазов с молодью, заполненных эталонным методом, можно посчитать общее количество выпускаемой молоди определенной навески [21, 24].

2.2 Характеристика предприятия

В 2014 г. в г. Нововоронеже компанией ООО НПО «Альгобиотехнология» был построен цех-репродуктор для получения мальков нильской тиляпии. Хозяйство было сертифицировано (сертификат серии 77. № РОСС RU. 3972/04 ФЖВО 022 КОД НТ) на основании Ветеринарного удостоверения 236 № 0003923 от 01.07.2015 г., позволяющего с 18.08.2015 г осуществлять в течение трех лет воспроизводство нильской тиляпии (*O. niloticus*) и поставлять посадочный материал заказчикам для дальнейшего товарного выращивания.

Цех расположен в теплице размером 30*11 м (рис. 3).



Рисунок 3 – Цех-репродуктор ООО НПО «Альгобиотехнология»

Рыбоводный участок включает в себя два ряда бассейнов: больших квадратных ($2*2*0,57\text{м}$), рабочим объемом по $2,3\text{м}^3$, в количестве 5 шт. и 7 круглых емкостей (диаметр 1,4 м), рабочим объемом по $1,2\text{м}^3$ (рис. 4).



Рисунок 4 – Бассейны цеха-репродуктора

Объем всех рыбоводных емкостей составляет около 20 м^3 . Загрязненная вода из бассейнов с рыбой поступает в механический фильтр барабанного типа. Далее осветленная вода перекачивается насосом в биофильтр, состоящий из трех кубовых емкостей, установленных последовательно каскадом. Плавающая загрузка биофильтра стандартная, состоит из профилированных полиэтиленовых цилиндров (удельная поверхность очистки - около 800 м^2). В биофильтре ее содержится 2 м^3 . Для движения загрузки применяется сжатый воздух, подаваемый со дна емкостей. Кроме того имеется денитрификатор - два металлических лотка ($16*2*0,2$), в которые высажены водные гиацинты и другие растения (рис. 5).



Рисунок 5 – Денитрификатор

Из денитрификаторов, в которые вода поступает самотеком из биофильтра, два насоса (по одному на денитрификатор) качают воду каждый в свой ряд бассейнов. Объем емкостей водоподготовки составляет около 16 м^3 . Таким образом, общий объем УЗВ, предназначенной для производителей тилляпии, составляет около 35 м^3 . Подпитка - водопроводная вода - $2\text{ м}^3/\text{суток}$, т.е. $5,5\%/\text{суток}$ от объема УЗВ. Сбрасываемая загрязненная вода из механического фильтра летом используется для полива рядом расположенного огорода. Зимой ее сливают в канализацию. Ил, сепарируемый механическим фильтром, служит в качестве удобрения для овощных культур.

Температура воздуха в теплице в холодное время года поддерживается за счет горячей воды (100 C^0), поступающей с ТЭС. Под механическими лотками денитрификатора проложены 4 трубы диаметром 75 мм, по которым циркулирует горячая вода. Благодаря этому вода в металлических лотках нагревается, что позволяет обогревать теплицу и поддерживать температуру воды в УЗВ в пределах $26-27\text{ C}^0$. Летом подача горячей воды отключается и температура воды в бассейнах зависит от прогрева воздуха в теплице и

может колебаться от 24 до 30 С⁰. Хозяйство расположено в 4-ой рыбоводной зоне с количеством дней 106-120, когда температура выше 15 С⁰.

Летом освещение в теплице естественное, по мере сокращения продолжительности дня, включается электрическое освещение. В УЗВ регулярно осуществляется гидрохимический контроль по основным рекомендуемым показателям: температура воды, рН, O₂, CO₂, NH₄, NO₂, NO₃. Система работает стабильно и значения вышеперечисленных показателей не выходят за пределы ПДК.

Кормление рыб маточного стада проводят несколько раз в день голландскими кормами для производителей тилляпии, вручную, по потребности. Помимо рыбоводного участка, имеется гидрохимическая лаборатория, бытовое помещение для персонала, кормосклад, кабинет начальника цеха. Обслуживают производство 7 человек: начальник цеха, бригадир, гидрохимик-рыбовод, механик и трое рабочих.

В цехе-репродукторе выполняются следующие работы:

1. Выращивание производителей маточного стада и ремонта.
2. Проведение размножения производителей.
3. Инкубирование икры и выдерживание личинок до становления на плав и перехода на внешнее питание.
4. Подращивание молоди до навесок посадочного материала.
5. Транспортировка мальков заказчикам.

Все рыбоводные процессы осуществляются согласно разработанной биотехнологии [7, 12, 13, 4].

Мальки нильской тилляпии были завезены в воронежское хозяйство-репродуктор 25.08.2014 года в количестве 800 экз. из Таиланда.

Нами было выполнено морфометрическое описание 10 экз. этой тилляпии по общепринятой методике и проведено сравнение по использованным признакам с нильской тилляпией из других популяций (рис. б)

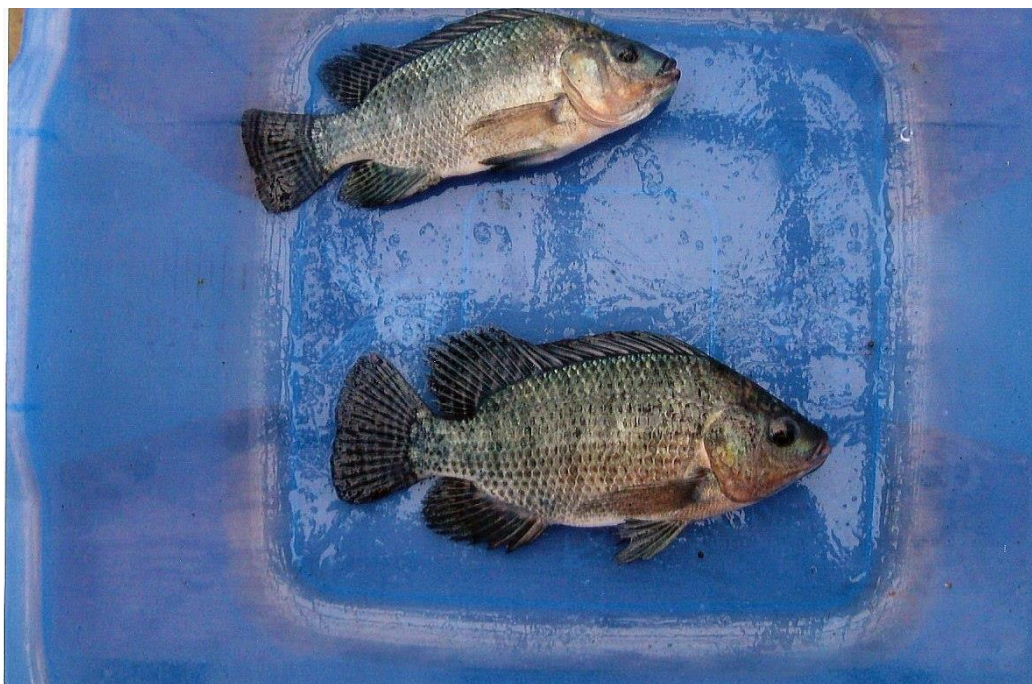


Рисунок 6 – Нильская тилapia в ООО НПО «Альгобиотехнология»

Бонитировку маточного стада проводили 26-27.05.2015 года. Всех рыб были разделены по полу и размещены в разных бассейнах, отдельно самцов от самок. По полу тилapiй различали по двум признакам: самцы, как правило, крупнее самок к моменту созревания, а также по различному строению мочеполювого сосочка: у самцов он более вытянутый, а у самок укороченный и несет второе поперечное половое отверстие, видимое невооруженным глазом, например, у мозамбикской (*O. mossambicus*) тилapiи половое отверстие у самок часто как бы прикрыто сверху небольшой складкой, что затрудняет визуальное определение рыб по полу. Чтобы нащупать отверстие, применяли небольшой щуп из тонкой нержавеющей проволоки, который осторожно вводили под складку и убеждались в наличии отверстия. У самцов щуп просто скользит по поверхности урогенитальной папиллы.

После этого в каждый из 5 больших бассейнов поместили по 30 самок и 4 самца, а в пять круглых емкостей и дополнительно в 4 лотка и бассейн из нержавеющей стали по 12 самок и 2 самцов. Всего было посажено на нерест 258 самок и 38 самцов. Остальных рыб оставили в резерве в двух больших

бассейнах. После начала размножения рыб в июне 2015 года всех самок маточного стада проверили на наличие икры или личинок с периодичностью 10 суток с июня по октябрь. Затем был сделан трехмесячный перерыв и следующий просмотр рыб проведен в феврале 2016 году. Полученных икру и личинок помещали в два инкубационных аппарата: Вейса и Макдональда (рис. 7, 8).

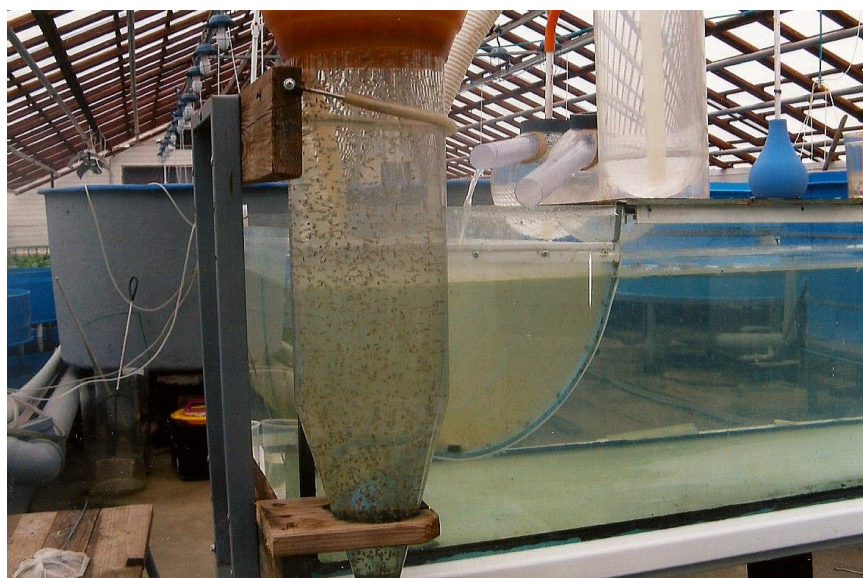


Рисунок 7 – Инкубационный аппарат Вейса



Рисунок 8 – Аппарат Макдональда

Они были подключены к системе водоподготовки отдельной небольшой УЗВ, включавшей в себя УФ-облучатель. Без использования стерилизатора воды икра тилипии погибала.

У нескольких самок из маточного стада мы определили индивидуальную абсолютную плодовитость и количество личинок и сравнили их с аналогичными показателями 5 самок, завезенных из репродуктора и размножавшихся в аквариальной СПб ГАУ. Кроме этого, для установления сроков полового созревания нильской тилипии, там же провели выращивание одного потомства от личинки до половозрелости.

Для этого использовали проточный аквариум объемом (65 л), включенный в систему водоподготовки УЗВ (рис. 9).



Рисунок 9 - проточный аквариум объемом (65 л), включенный в систему водоподготовки УЗВ

Он был установлен на ейском лотке (рыбоводный объем 1 м^3), оттуда вода насосом подавалась в аквариум и оттуда вновь сливалась в лоток. Водообмен в аквариуме происходил 2 раза в час.

Помимо рыбоводных емкостей в системе имелись следующие узлы водоподготовки:

- зумф, объемом 1,1 м³, в которой вода перекачивалась двумя циркуляционными насосами из ейского лотка;
- механический фильтр (0,1м³) со слоем плавающей загрузки в виде мелкой полиэтиленовой гранулы;
- биологический фильтр капельного типа, состоящий из 8 перфорированных ящиков объемом по 0,007 м³, в каждый из которых был засыпан в качестве загрузки керамзит.

Отношение рыбоводного объема к объему водоподготовки было равно примерно 1:1, что считается нормой для УЗВ. Площадь загрузки биофильтра составила около 11,2 м², что соответствует возможностям переработки азотных загрязнений от рыбы в количестве 11,2 кг. Однако за счет подпитки (1440 л/сут.) вода в системе существенно обновлялась, что по-видимому, позволяет несколько увеличивать нагрузку по рыбе.

За счет наличия 2-х циркуляционных насосов водообмен в ейском лотке осуществлялся 1 раз в час. Для аэрации использовали сжатый воздух, подаваемый компрессором. Температуру воды в системе поддерживали на уровне 26 град. С, что обеспечивалось нагревателем (ТЭН) мощностью 5квт, периодическое включение которого регулировалось электронным терморегулятором.

Личинки, получены от одного нереста и вылупились 11.05.2016г. При переходе на внешнее питание их кормили резанным трубочником и стартовым комбикормом, постепенно увеличивая размер корма. Кормление осуществлялось вручную, 3 раза в день, по потребности. Фотопериод при выращивании был естественным. Рыб ежемесячно взвешивали и одновременно измеряли абсолютную длину (TL). Наступление половой зрелости определили по началу репродуктивного поведения и подтвердили это вскрытием двух самок, у которых определили стадию зрелости.

2.3 Результаты исследований и обсуждение

Морфометрическое описание нильской тилляпии хозяйства ООО НПО

«Альгобиотехнология»

В нововоронежское рыбное хозяйство мальки нильской тилляпии были завезены из Таиланда. Нами было проведено описание этой тилляпии по 14 морфометрическим признакам. Для этого были отобраны 30 самцов массой 310-410 г и абсолютной длиной (TL) 25,7-28,2 см.

В числе морфометрических признаков была определена так называемая стандартная длина – длина до окончания чешуйчатого покрова на хвостовом стебле.

Таблица 1 – Морфометрическая характеристика самцов нильской тилляпии маточного стада в ООО НПО «Альгобиотехнология»

Показатели	$x_{cp} \pm m_{cp}$	min	max	σ	$Cv, \%$
Стандартная длина SL, мм	213,6±3,03	199,0	229,0	16,0	7,5
Длина головы С, мм	73,6±1,43	66,8	78,7	7,6	10,3
Пластические признаки, % стандартной длины тела					
Длина хвостового стебля, %	12,3±0,26	11,0	13,0	1,3	10,5
Высота тела, %	40,7±0,65	38,0	44,0	3,4	8,3
Пластические признаки, % длины головы					
Предглазничное расстояние	18,8±0,89	14,6	21,5	4,7	25
Длина нижней челюсти	34,8±0,59	32,1	36,8	3,1	8,9
Длина нижней глоточной кости	29,2±0,37	28,1	30,6	1,9	6,5
Меристические признаки					
Число чешуй в боковой линии	33,1±0,23	32	34	1,2	3,6
Число чешуй на щеке	2,6±0,17	2	3	0,9	25
Число колючих лучей в D плавнике	17,0±0,18	16	18	0,9	5,3
Число ветвистых лучей в D плавнике	12,3±0,16	12	13	0,8	6,5
Число колючих лучей в А плавнике	3,5±0,15	3	4	0,8	22,8
Число ветвистых лучей в А плавнике	9,9±0,13	9	10	0,7	7,0
Число жаберных тычинок на нижней части первой жаберной дуги	25,1±0,28	24	27	1,5	6,0

$x_{cp} \pm m_{cp}$ - ошибка средней, $Cv, \%$ - коэффициент изменчивости

Коэффициент изменчивости (≤ 25) свидетельствует о наличии высокой консолидированности пластических и меристических признаков в данной

группе. Это может быть связано с достаточно длительной селекцией нильской тилляпии исходного тайландского стада. В нашу страну нильскую тилляпию завозили дважды: в 1988 г - из Словакии, которая туда была завезена из Судана (выловлена в реке Белый Нил, около столицы государства - г. Хартума). Второй завоз произошел в 2014 году из Таиланда, хотя изначально эта тилляпия обитала в Египте, в реке Нил.

В литературе имеется классическое описание тилляпии этого вида из притока Белого Нила, реки Собат [19, 30]. Для сравнения морфометрических признаков была составлена сводная таблица 2, куда сведены морфометрические признаки *O.niloticus*, обитающей как в самом Ниле, так и его притоках. Иногда нильскую тилляпию путают с голубой (*O.aureus*), завезенной в нашу страну с Кубы в 1983 году. Поэтому мы привели некоторые морфометрические признаки и этого вида (табл. 2).

Таблица 2 – Морфометрические признаки нильской тилляпии из разных регионов и голубой тилляпии популяции остова Куба

Показатели	Нильская тилляпия р. Собат, приток Белого Нила (<i>Trewavas, 1983</i>)	Нильская тилляпия р. Белый Нил, Судан (Чмилевский и др., 2004)	Нильская тилляпия популяции Таиланда	Голубая тилляпия (Ивойлов, 1988)
Стандартная длина L, мм	90,0-100	146,7-184,0	199,0-289,0	142,3-179,3
Длина головы С, мм	-	45,8-60,0	66,8-78,7	-
Пластические признаки, % стандартной длины тела				
Высота тела, %	36,5-50,0	37,6-40,2	40,7±0,65	35,5±0,28
Предглазничное расстояние	16,0-22,0	17,2±0,30	18,8±0,89	19,3±0,22
Длина нижней глоточной кости	27,8-33,4	32,3±0,30	29,2±0,37	33,5±0,28
Меристические признаки				
Число чешуй в боковой линии	31-34	32,4±1,20	33,1±0,23	31,0±0,15
Число колючих лучей в D плавнике	16-18	17,2±0,20	17,0±0,18	15,2±0,12
Число ветвистых лучей в D плавнике	13,0±0,16	13,6±0,16	12,3±0,16	12,7±0,13
Число колючих лучей в А плавнике	3,0	3,0	3,0	3,0
Число жаберных тычинок на нижней части первой жаберной дуги	25-28	24,5±0,28	25,3±0,18	22,0±0,23

Как видно из данных таблицы 2, большинство рассмотренных признаков нильской тилапии, завезенной в Россию, как из Судана, так и из Таиланда, близки к таковым, приведенным в классическом описании крупнейшего мирового специалиста в области систематики тилапией доктора Е. Тревавас [30]. В то же время голубая тилапия отличается от нильской в первую очередь по меньшему числу колючих лучей в спинном плавнике, а также ряду других признаков. Четкое различие прослеживается также по окраске хвостового плавника: у нильской тилапии он имеет вертикальную исчерченность в виде чередующихся светлых и темных полосок, у голубой тилапии окраска хвостового плавника другая.

Сроки наступления половой зрелости у самок нильской тилапии

На первых этапах выращивания молодь тилапии содержали в аквариуме, что позволило вести наблюдения за ее поведением и ростом. Молодь тилапии выращивали после ее вылупления от личинки до возраста 180 суток. После достижения рыбами возраста 60 суток в аквариуме оставили только 10 экз. мальков. Весовой и линейный рост этих рыб на протяжении выращивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Весовой и линейный рост молоди нильской тилапии

Дата	Возраст (суток)	Средний вес (г)	Средняя абсолютная длина, (см)
10.06.2016	30	0,4	3,0
09.07.2016	60	4,3	6,1
08.09.2016	120	28,0	11,3
08.10.2016	150	36,5	12,6
07.11.2016	180	56,2	13,9

Наиболее активный рост наблюдали в период с июля по ноябрь 2016 года, до достижения возраста 150 суток (рис. 10)

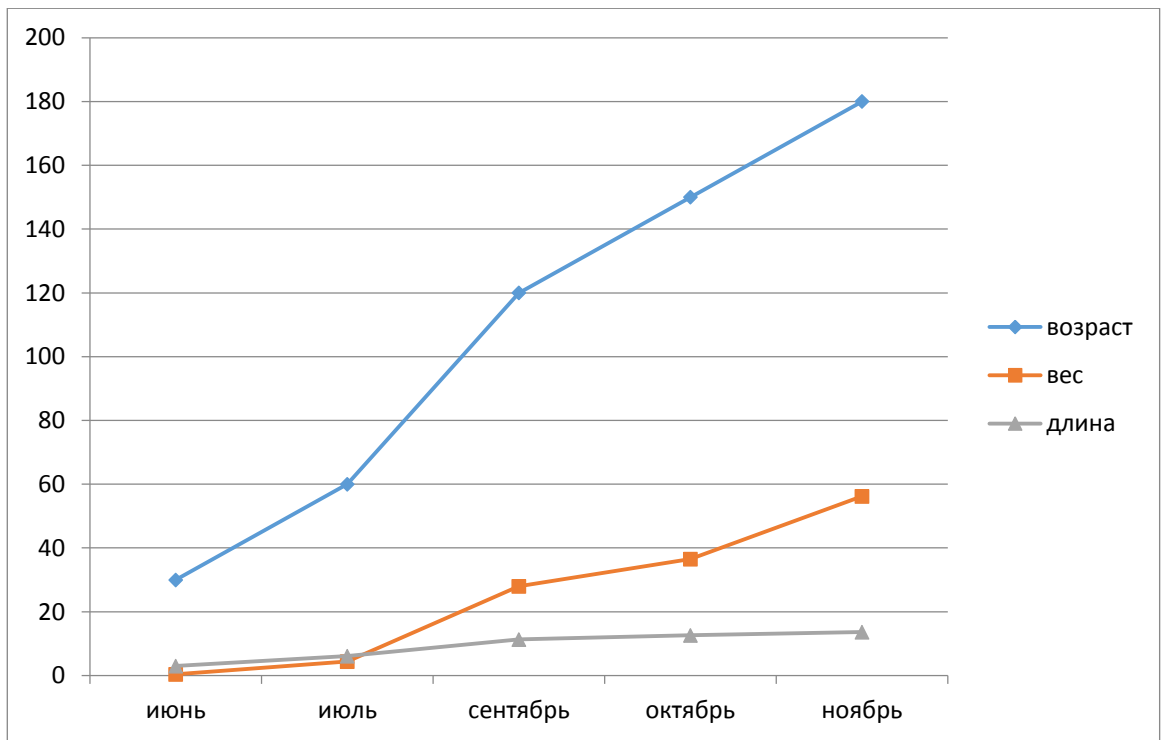


Рисунок 10 – Темп роста молоди нильской тилляпии в июне – ноябре 2016 г.

Начало репродуктивной активности рыб было замечено также после достижения ими возраста 150 суток. В это время наблюдали конкурентное поведение самцов в группе, затем выявился доминирующий самец.

Ближе к 180 суткам репродуктивное поведение доминирующего самца резко интенсифицировалось, что выразилось в активном преследовании самок. В результате из-за ограниченности пространства в аквариуме и отсутствии укрытий 26.10.16 наблюдали гибель двух самок. В ходе вскрытия самок было установлено, что обе имели яичники конца 4 стадии зрелости, т.е. находились в состоянии близком к икрометанию.

Зная температуру воды – 26C^0 и продолжительность периода выращивания рыб (на 26.10.16 г - 168 суток), мы рассчитали сроки наступления половозрелости самок в градусо-днях:

$$26\text{C}^0 * 168 \text{ суток} = 4368 \text{ градусо-дней}$$

Было проведено сравнение полученного результата с данными по выращиванию нильской тилляпии в бассейне УЗВ лаборатории ихтиологии БиНИИ СПбГУ (г. Санкт-Петербург) и в дальнейшем – в садках

тепловодного хозяйства при ЛАЭС (Ленинградская область) (Максимов, 2009).

Так как в данной работе были детально указаны температуры воды и возраст рыб, когда самки достигли половой зрелости (окончание 4 стадии зрелости), то мы рассчитали для сравнения с нашими данными продолжительность созревания самок в градусо-днях и в этом случае:

В лаборатории: $26\text{ C}^0 * 60\text{ суток} = 1586\text{ градусо-дней}$

$25\text{ C}^0 * 11\text{ суток} = 275\text{ градусо-дней}$

Суммарно- 1861 градусо-день

В садках: $25\text{ C}^0 * 14\text{ суток} = 350\text{ градусо-дней}$

$30\text{ C}^0 * 31\text{ суток} = 930\text{ градусо-дней}$

$29\text{ C}^0 * 31\text{ суток} = 899\text{ градусо-дней}$

Итого: 2179 градусо-дней

Возраст самок составил 147 суток, а суммируя показатели градусо-дней получаем: $1861 + 2179 = 4040\text{ градусо-дней}$.

Как видно из сравнения данных нашего опыта и выращивания в рыбноводном хозяйстве ЛАЭС, они имеют близкое значение – 4368 и 4040 градусо-дней, соответственно.

Таким образом, можно заключить, что наступление половой зрелости самок нильской тилляпии наступает в возрасте между 5 и 6 месяцами.

Это позволяет сделать заключение о возрасте импортированных производителей. В хозяйстве-репродукторе мальки тилляпии, полученные из Таиланда, имели среднюю абсолютную длину 2,5-3 см. Сопоставляя это значение с данными таблицы 3 видим, что такая длина рыб соответствует возрасту около 30 суток после вылупления. Это позволяет рассчитать возраст производителей в котором они после бонитировки начали размножаться в хозяйстве. Мальков были завезены 25.08.14, тогда их вылупление в Таиланде

произошло около 26.07.14. А к июню 2015 г, когда были созданы условия для их размножения, возраст рыб достиг чуть более 10 месяцев

Индивидуальные репродуктивные показатели самок

Как удалось выяснить выше, к июню 2015 г возраст производителей маточного стада достиг 10 месяцев.

Средняя навеска самок к этому времени составила 162,5 г (105-330 г), самцов - 306,0 г (255-445 г). Индивидуальная плодовитость была подсчитана у трех самок, она составила 762,887 и 1012 икринок (среднее - 887шт.). Количество личинок удалось подсчитать только у одной самки массой 120 г, оно достигло 620 экз.

В лотках-денитрификаторах плавало небольшое количество одновозрастных самок, попавших туда случайно, когда они были еще мальками. Эти самки существенно уступали по массе тела самкам маточного стада, так как не проводили их специального кормления и питались они остатками корма, вынесенного в лотки-денитрификаторы. Была выловлена одну самку массой 43,5 г, вынашивающая потомство. Во рту у нее оказалось 593 личинки. В этих же лотках мы отловили еще 5 самок и 2 самцов и завезли их в аквариальную СПбГАУ. Средний вес самок составил 57,1 г. При первых двух нерестах этих рыб подсчитали среднее количество икринок за одно икрометание, которое составило 455 шт. А при дальнейших 6-ти икрометаниях среднее количество икринок за одно икрометание составило 438 экз.

Таким образом, из приведенных данных видно, что более крупные самки производят большее количество, как икры, так и личинок по сравнению с одновозрастными более мелкими особями.

В возрасте чуть более 1,5 лет самки маточного стада в хозяйстве-репродукторе достигли средней массы 443 г (300-740 г), самцы – 844 г (720-1220 г). У одной из самок массой 550 г было подсчитано количество личинок, оно составило 890 экз.

Полученные показатели количества личинок у самок в хозяйстве можно сравнить с литературными данными. Так, например, у самок нильской теляпии средней массой 200 г в среднем подсчитывалось 485 экз. личинок [26]. У более крупных самок массой 600 - 800 г удавалось получать 1000 – 1200 экз. личинок [6]. Согласно исследованиям Ю. А. Привезенцева [12] у самок средней массой 174 г рабочая плодовитость составила 714 шт. икринок, а выход личинок достигал 74,9 %, т.е. 535 экз. личинок. Это свидетельствует о том, что в условиях, созданных в ООО НПО «Альгобиотехнология», плодовитость самок нильской теляпии не снижается и соответствует таковой для данного вида. В свою очередь, высокие показатели плодовитости позволяют охарактеризовать условия, созданные на предприятии, как оптимальные для воспроизводства теляпии.

Искусственная инкубация икры и выдерживание личинок

В цехе-репродукторе ООО НПО «Альгобиотехнология» после проведения научной консультации сотрудника СПбГАУ Ивойлова А. А. в 2015 г была построена автономная инкубационная установка (рисунок 12). Она была создана по образцу установки, разработанному для инкубации икры теляпии, вынашивающих потомство в ротовой полости [31]. (Ее устройство указано на рисунке 11.

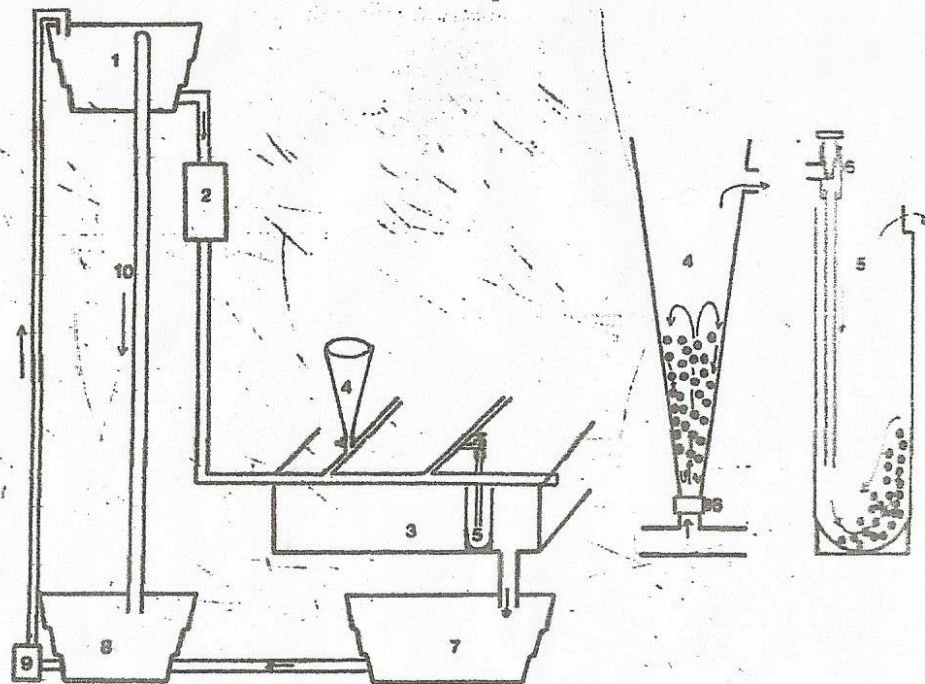


Figure 1. Design of the artificial incubation system used for rearing *Oreochromis* eggs and fry. Arrows indicate the direction of water flow and pattern of egg movement. 1 - 125-l header tank; 2 - 30-W ultraviolet sterilizer; 3 - collecting trough; 4 - upwelling conical jar; 5 - downwelling round-bottomed jar; 6 - clamps & valves; 7 - 225-l biofilter; 8 - 125-l sump tank; 9 - pump; 10 - overflow.

Рисунок 11 - Установка, разработанная для инкубации икры тилляпии, вынашивающих потомство в ротовой полости (Rana, 1986).

Вода из верхней емкости объемом 125 л под действием силы тяжести, проходя УФ лампу (мощность 30 ватт, проточность 20 л/мин, облучаемость $61868 \text{ Mw сек/см}^2$), поступала в 16 инкубаторов двух типов: аппараты Вейса и Макдональда. Проточность в инкубаторах составляла в среднем 0,7 л/мин (0,2-1,2 л/мин) и вода лишь слегка вращала икринки. Оттекающая вода поступала в биофильтр, затем в зумф и перекачивалась насосом в головную емкость. Температуру воды поддерживали в пределах 28 C^0 , используя термостатированную грелку (мощность 200 Ватт), находившуюся в зумфе. Аэрация осуществлялась за счет трех распылителей. Ежедневно в установке подменивали 50 % воды, заменяя ее свежей водой, той же температуры.

Установка для инкубации икры была построена в несколько упрощенном виде (без биофильтра). Она представлена на переднем плане рисунка 12.



Рисунок 12 - Установка для инкубации икры в ООО НПО
«Альгобиотехнология»

В ее комплектацию входило два стандартных инкубационных аппарата: Вейса и Макдональда. На протяжении всего периода эксплуатации установка гарантировала устойчивые результаты.

Массовое получение личинок от рыб маточного стада

В течение 5 месяцев от особей маточного стада было получено 97 тыс. личинок (таблица 4).

Таблица 4 – Количество личинок, полученное от особей маточного стада
ООО НПО «Альгобиотехнология»

Период получения (месяц)	Суммарное количество личинок (экз.)	Количество личинок на самку (экз./мес.)
июнь	18700	72,5
июль	22000	85,3
август	28000	108,5
сентябрь	15500	60,1
октябрь	13200	51,2

Среднее количество личинок, полученных в хозяйстве за один месяц, составило 20000 экз. На одну самку в среднем приходилось 76 личинок в месяц. После первого нерестового цикла последовал трехмесячный перерыв, во время которого часть рыб вывели в резерв племенного стада. К началу второго цикла – в феврале 2016 года, маточное стадо состояло из 216 самок и 36 самцов. В феврале было получено 51100 экз. личинок. На одну самку пришлось в среднем 232 экз./мес. Отмечено увеличение выхода личинок как от всего маточного стада и от каждой самки с увеличением возраста производителей (рис. 13).

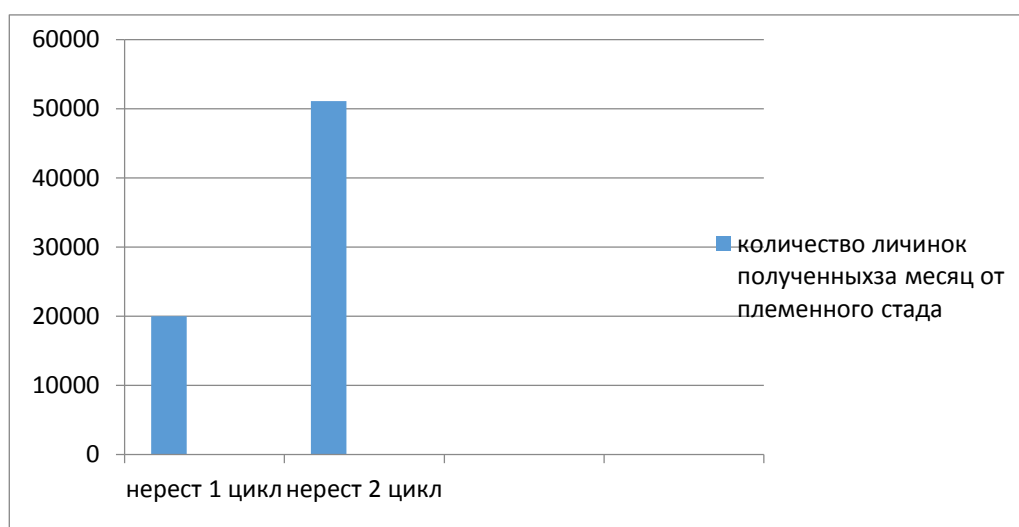


Рисунок 13 – Количество личинок, полученных от самок маточного стада за месяц в первом и втором нерестовом цикле

Количество личинок, полученных самки маточного стада за месяц во втором нерестовом цикле, в 2,5 раза превышает количество личинок, полученных в первом цикле (рис. 14).

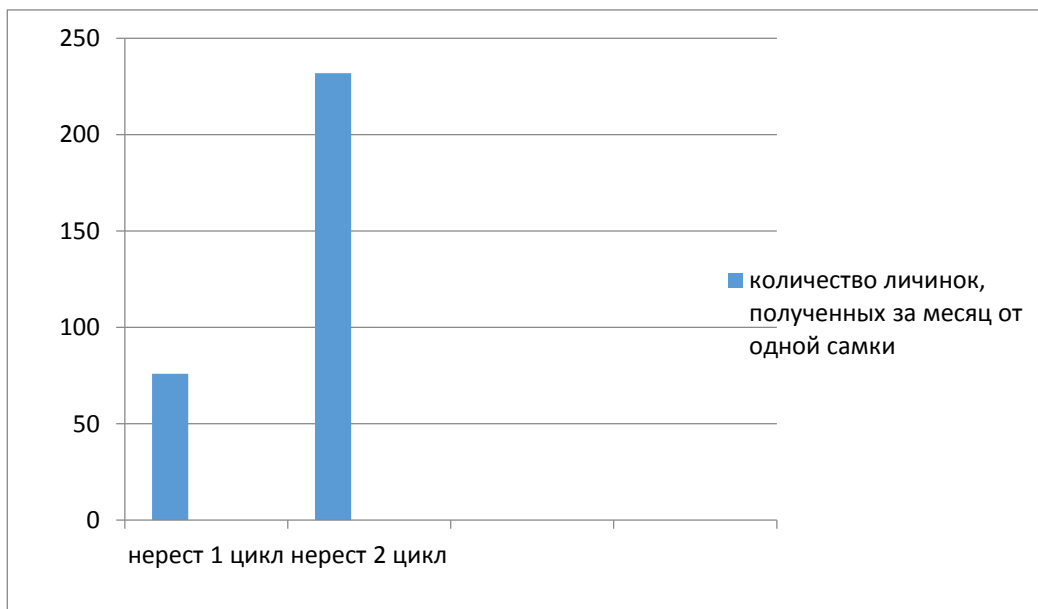


Рисунок 14 – Количество личинок, полученных от одной самки за месяц в первом и втором нерестовом цикле

Количество личинок, полученных от одной самки за месяц во втором нерестовом цикле, в 3 раза превышает количество личинок, полученных в первом цикле.

Тенденция увеличения выхода личинок, возможно, обуславливалась более массовым нерестом самок после трехмесячного перерыва, когда их не беспокоили, либо за счет увеличения плодовитости с возрастом.

К сожалению, определить количество самок, отнерестившихся в тот или иной период путем индивидуальной проверки, не представлялось возможным. Во время обловов самки часто выплевывали икру или личинок в рыбоводные емкости, откуда их отбирали в конце просмотра производителей и помещали в инкубационные аппараты.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Опыт по разведению разных видов тиляпий, накопленный в 70-80-х гг. в научных учреждениях – лаборатории экспериментальной ихтиологии БиНИИ ЛГУ и на кафедре прудового рыбоводства ТСХА под руководством докторов наук Григория Михайловича Персова и Юрия Алексеевича Привезенцева, был успешно применен при освоении нового объекта отечественного рыбоводства- тиляпий в производственных условиях, в частности, в рыботорварных цехах НМЛК, ЛНПО «Союз», «Ижорских заводов» и ряде других (80-90-ые гг.).

Создание и эксплуатация хозяйства ООО НПО «Альгобиотехнология» (2014-2016 гг.) продолжило эту традицию, позволив развить опыт по воспроизводству этих рыб, а также расширить знания по их биологии.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Для созревания самок нильской тиляпии требуется не менее 4000 градусо-дней. При температуре воды 26 С⁰ они созревают в возрасте около 6 месяцев.

2. Количество личинок при их массовом получении в производственных условиях по мере увеличения средней массы тела самок с возрастом от 120 до 550 г возрастало от 76 до 232 экз./мес. из расчета на одну самку.

Опыт по разведению нильской тиляпии ООО НПО «Альгобиотехнология» дает возможность предоставить рекомендации по дальнейшей работе по воспроизводству рыб данного вида в УЗВ:

1. Соблюдение нормативов биотехники выращивания тиляпии.
2. Использовать для кормления рыб маточного стада специализированных кормов для производителей тиляпии.
3. Соблюдать интервалы контрольного просмотра самок маточного стада в нерестовой кампании.

Выражение благодарности

Выполнение этой работы стало возможным благодаря материалам по работе цеха, любезно предоставленным гендиректором ООО НПО «Альгобиотехнология» В. Т. Лухтановым и рыбоводом с большим стажем работы Н. В. Киреевой.

Особую благодарность мы выражаем коллективу хозяйства за доброжелательное отношение во время прохождения нами летней практики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боронецкая О.И. Потребность тилапии в протеине на разных этапах выращивания в условиях индустриальной аквакультуры // Проблемы биологии продуктивного животноводства. – 2012. – № 2. С. 33-41
2. Боронецкая О.И., Привезенцев Ю.А. Биологические особенности и продуктивные качества рыб тилапии породы тимирязевская // Известия ТСХА. – 2011.– № 4. – С. 131-137
3. Бугаец С.А. Продуктивные и биологические особенности нильской и красной тилапий и их реципрокных гибридов // Диссертация на соискание степени кандидата биологических наук. – М.: МСХА, 1999. – 175 с.
4. Бюджет для маточного стада в УЗВ по выращиванию тилапии мощностью 3,3 млн. шт. мальков массой 0,2 - 0,3 г // Голландская разработка для «ООО НРБТ Степное». – Россия. Астрахань, - 2014. – 25 с.
5. Завьялов А.П., Лавровский В.В. Эффективность различных способов кормления при выращивании тилапии в установке с замкнутым циклом водоснабжения. // Известия ТСХА. – 1999. - вып. 4. – С. 167 -169
6. Ивойлов А.А. Модельные группировки тилапий и анализ их размножения в связи с проблемой полициклического выращивания в установках с замкнутым циклом водообеспечения // Диссертация на соискание степени кандидата биологических наук. – Л.: ЛГУ, - 1988. – 270 с.
7. Ивойлов А.А., Ширяев А.В., Киселев А.Ю., Илясов Ю.И., Филатов В.И., Слепнев В.А. Технология содержания и воспроизводства маточного стада тилапии // Рыбоводно-биологические нормативы по выращиванию тилапии в условиях УЗВ. - М.: ВНИИПРХ, - 1995. – 10с.
8. Лавровский В.В., Завьялов А.П. Эффективность различных способов кормления при выращивании тилапии (*Tilapia*) в установках с замкнутым циклом водоснабжения // Известия ТСХА. – 1999. – вып. 4. – с. 166-173.

9. Максимов И.А. 2009. Развитие половых желез нильской (*Oreochromis niloticus* L.), мозамбикской (*O. mossambicus* Peters) тиляпий в условиях тепловодного рыбоводного хозяйства Ленинградской атомной станции // Выпускная квалификационная работа бакалавра. – СПб.: СПбГУ. – 55 с.
10. Мамонтов Ю.П., Есипова М.А. Новые объекты аквакультуры // Рыбоводство. – 2006. – №2. – С.15-19.
11. Привезенцев Ю.А., Боронецкая О.Н., Плиева Т. Х., Богерук А.К. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тиляпий рода *Oreochromis*. М.: МСХА, 2007. – 23 с.
12. Привезенцев Ю. А. Результаты исследований по акклиматизации и рыбохозяйственному использованию тиляпий в рыбоводстве России// Развитие аквакультуры на внутренних водоёмах: Тезисы докладов научно-практической конференции. – М.: МСХА, 1995. – С. 27-29
13. Привезенцев Ю.А. Тиляпии (систематика, биология, хозяйственное использование). – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 80 с.
14. Привезенцев Ю.А., Плиева Т.Х., Боронецкая О. И., Лаврентьева Н. М. Тиляпии в рыбоводстве России // Рыбное хозяйство. Серия Пресноводная аквакультура: Аналитическая и реферативная информация. ВНИЭРХ.- 2003. – вып. 4. – С. 4-12
15. Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. – Мурманск.: Минрыбхоз СССР, 1968. – 46 с.
16. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Том 2. – М.: Агропромиздат, 1986. – 317с.
17. Тетдоев В. В. Влияние условий среды на репродуктивные качества голубой тиляпии (*Oreochromis aureus*) // Зоотехния: Сборник научных трудов. – 2002. – т. 1. - С. 88-91.
18. Фам Мань Тьонг.1970. Особенности вынашивания икры в ротовой полости у *Tilapia mossambica* Peters и методика ее искусственной инкубации // Доклады Академии Наук СССР. - 1970 - т. 191. – № 3. – С. 734 – 736.

19. Чмилевский Д.А., Стадник М.А., Ивойлов А.А., Цветков И.Б. Выращивание нильской тилапии в условиях рыбного хозяйства Ленинградской атомной электростанции // Вестник СПбГУ. – Серия «Биология». - 2004. – вып.2. – с. 3-9.
20. Aus aller welt. Tilapia boom in USA // Fischer und Teichwirt. – 2005. – № 9. – p. 50 – 58.
21. Coppens Tilapia Feed // Fischer und Teichwirt. – 2007. – p. 58 – 68.
22. Tilapia European market report // Eurofish. - 2004. - №4. – p. 75 - 77.
23. Fitzsimmons K., Ramotar P., Cerozi Br. Global tilapia production and markets 2013 // Inter national Symposium on in Aquaculture. – 2013. – p. 22.
24. Tilapia production expected to climb 4,5% in 2017 // Inter Fish. – 2017. – p. 25.
25. Klinhardt M. Aquacultur Jahrbuch 2010/2011. – 2011. – p. 35-40.
26. Melard Ch., Philippart. J.C. La production de tilapia de consommation dans les rejets industriels dean chaude en Belgique //Cahiers d`ethologie appliquee. – 1981. – v. 1. - № 2. – p. 1-122.
27. Mires D. A hatchery for breeding and spawning at kibbutz Ein Hamifratz // Bamidgeh. – 1973. – № 25. – p. 72-84.
28. Vaas K.F., Hofstede A.E. Studies on Tilapia mossambica Peters (Ikan mudjair) in Indonesia // Contrib. Inland Fish. Res. Sth., Djakarta, Bogor, Indonesia. - 1952. - № 1. - p.1-88.
29. Tilapia Genetic Resources for Aquaculture // Proceedings of workshop on Tilapia Genetic Resources for Aquaculture. 23-24 March 1987, Bangkok, Thailand. Edited by R.S.V. Pullia. ICLARM, Manila, Philippines. – 1988. – p. 67 - 70
30. Trewavas E. Tilapiine fishes of genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia.- London: British Museum (N.H.). – 1983. – 583 p.
31. Rana K.J. An evaluation of two tupes of containeis eggs / Aquaculture and Fisheries Managemeut. – 1986. – № 17. – p. 139-145.

32. Tilapia for Aquaculture [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fishnews.ru/news26365> (10.10.2014)
33. Niedersachsen: Planung für Tilapia-Zucht in Ostrittum wird konkreter [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.Fishmagazin.de> (16.06.2015)
34. Tilapia: Regal Springs will mit neuem verkaufsbüro Europa angehen [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.Fishmegozin.de> (10.10.2014)
35. Tilapia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://thailand-news.ru/news/gosudarstv> (16.06.2015)
36. Шесть зон прудового рыбоводства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://difinfo.ru/rub/zony> (10.10.2014)